

Z/16-1-4

SEP. 1954

NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Sumario

Reconocimiento geológico de la Sierra de Montellano (provincia de Sevilla), por EDUARDO ALASTRUZ e ILDEFONSO PRIETO.—Pág. 3.

Yacimientos de volframita en Campanario y de galena y blenda en Orellana la Vieja (Badajoz), por EMISQUE RAMÍREZ RAMÍREZ.—Pág. 13.

Estudio geológico del borde meridional de la Sierra de Guadarrama entre Torrelodones y Valdemorillo, por J. M.^a FÚRRA y F. DE FABRO.—Pág. 43.

Determinación de uranio y torio por absorción diferencial en aluminio de partículas beta, por M.^a D. ASTUDILLO y M.^a I. CARNICERO.—Pág. 71.

Colaboración austríaca al conocimiento y difusión internacional de la Geología española, por J. MARCET-RIBA.—Página 93.

Valoración espectrofotométrica de la edad de las micas, con excitación por llama, por JUAN MANUEL LÓPEZ DE AZCONA.—Pág. 113.

Noticias.—Pág. 117.

Notas bibliográficas: Criaderos, pág. 125.—Geofísica, página 126.—Geografía física, pág. 127.—Geoquímica, página 127.—Mineralogía, pág. 133.—Nucleónica, pág. 134.—Paleontología, pág. 139.—Prospección geofísica, página 142.—Química mineral, pág. 142.—Tectónica, pág. 143.



NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO

DE

E S P A Ñ A

NÚMERO 35

M A D R I D
C. BERMEJO, IMPRESOR
GARCIA MORATO, 122.—TELEF. 83-06-19

1 9 5 4

El Instituto Geológico y Minero de España
hace presente que las opiniones y hechos
consignados en sus publicaciones son de la
exclusiva responsabilidad de los autores
de los trabajos.

Reconocimiento geológico de la Sierra de Montellano
(Provincia de Sevilla)

POR

EDUARDO ALASTRUÉ e ILDEFONSO PRIETO

EDUARDO ALASTRUÉ e ILDEFONSO PRIETO

Ingenieros de Minas

RECONOCIMIENTO GEOLOGICO DE LA SIERRA DE MONTELLANO (PROVINCIA DE SEVILLA)

En un trabajo anterior (1) hemos intentado aclarar la estratigrafía y la tectónica de la Sierra de Esparteros, situada junto a Morón de la Frontera, en la que un potente conjunto del Malm se apoya sobre horizontes bien determinados del Lías medio y superior. Las capas del Jurásico superior de esta unidad carecían, sin embargo, de fósiles, y sus tramos, aunque la filiación del complejo no ofreciese dudas, no podían precisarse. En busca de una referencia que confirmase la identificación de dichos estratos jurásicos y que mostrase, a ser posible, una distinción de niveles, visitamos la vecina Sierra de Montellano, con la que la de Esparteros ostenta evidentes analogías fisiográficas y geológicas. Nos impulsaba, además, a esta exploración el deseo de corroborar—con el examen de una nueva e interesante unidad del margen septentrional subbético—el peculiar estilo tectónico de estas sierras frontales, ya estu-

(1) ALASTRUÉ, E. y PRIETO, I.: *Estratigrafía y tectónica de la Sierra de Esparteros (Morón de la Frontera, Sevilla)*. NOT. Y COM. INST. GEOL. Y MIN. DE ESPAÑA, núm. 18, págs. 1-20. Madrid, 1948.

diado por nosotros en otras ocasiones, y con particular detalle en la citada entidad de Esparteros. Fruto de nuestro breve reconocimiento son las observaciones que se exponen seguidamente.

CONSTITUCIÓN ESTRATIGRÁFICA

Triásico.—En las proximidades de la Sierra de Montellano, y por el N., aflora este terreno en la alargada depresión del Arroyo Salado. Presenta la facies del Keuper habitual en la región, consistente en margas abigarradas con yeso, algunos cantos de arenisca y carñiolas. Nada más, sin embargo, nos cumple añadir acerca de este terreno que forma el basamento de las demás formaciones secundarias y que tan gran desarrollo tiene en la comarca de Morón, puesto que nuestra atención ha de dirigirse exclusivamente a los materiales que integran la Sierra de Montellano.

Líasico.—Atribuimos a este nivel buena parte del conjunto de la Sierra, con las reservas que a continuación exponemos. Está constituido por una potente serie de calizas grises margosas, bien estratificadas en lechos delgados que buzando 30°-40° al S., y que muestran, por tanto, una orientación aproximada E.-O. Alternan a veces con margas del mismo color y contienen en abundancia lajas y nódulos de sílex. Los únicos restos orgánicos que aparecen en ellas son algunos *Belemnites* mal conservados. En la base de esta formación se sitúa un horizonte de calizas duras, grises-blancuecinas, casi marmóreas, sobre parte, de las cuales se extiende la población de Montellano, y que se hallan en concordancia con el nivel suprayacente. Este tramo puede representar el Lías inferior, pues sus características coin-

ciden con las del Sinemuriense que es común en la región (2). Las calizas margosas con sílex se incluirían entonces en el Lías medio, cuyos abundantes afloramientos en gran parte de Andalucía adoptan, efectivamente, esa facies. Ahora bien, la separación entre este horizonte y la base del Jurásico superior (ya que el Dogger está ausente de la serie sedimentaria) es bastante incierta, porque, según veremos seguidamente, el paso a niveles del Lusitaniense, identificados con fósiles, resulta imperceptible en muchos puntos por la gran semejanza litológica. Debemos, pues, resaltar que la línea de contacto del Lías con las formaciones que inician el Jurásico superior es hipotética.

Jurásico superior.—Está representado en la Sierra de Montellano por niveles del Lusitaniense y del Titónico, bien registrados paleontológicamente.

El Lusitaniense forma una fajita que contornea los macizos de caliza blanca o rojiza, pertenecientes al Titónico, que coronan la Sierra. En él se encuentran dos facies distintas: o bien calizas grises margosas estratificadas y concordantes con las del Lías medio—es decir, buzando 30°-40° al S.—, que apenas pueden diferenciarse de ellas por una tonalidad más amarillenta, o bien calizas margosas muy blandas y nodulosas, de color rosa o rojo. Estas últimas constituyen el tramo más fosilífero y suelen confundirse con la facies roja del Titónico por semejanzas litológicas y por proporcionar algunas formas de *Ammonites* comunes a aquél. Sin embargo, en la Sierra de Montellano contienen formas características que permiten distinguir las con certeza.

(2) Vid. GAVALA, J.: *Regiones petrolíferas de Andalucía*. «Bol. Inst. Geol. Esp.», tomo XXXVII, págs. 27-182. Madrid, 1916.

Hemos encontrado restos que definen la parte inferior del Malm en el frente N. de la Sierra, cerca de la Fuente del Convento, entre los que se pudo identificar el *Simoceras Torcalensis*, Kil.

Asimismo, en la vertiente oriental de la Sierra, al pie de los tajos que limitan las moles calizas de las crestas, hallamos, en bancos calizos grises margosos muy parecidos a los liásicos, un buen ejemplar de *Peltoceras Fouquei*, Kil.

Finalmente, en los Llanos de Parranga, una llanada en la que predominan las calizas nodulosas rojas o rosadas, situada en el sector medio de la Sierra, entre el Pozo Lobero y el Cortijo de las Norietas, registramos numerosos ejemplares del *Peltoceras bicristatum*, Quenst.

También en el Puerto del Acebuche, al O. del cerro donde se levanta el Castillo de Cote, recogimos algunos *Ammonites* mal conservados, sin duda del tipo del *Peltoceras* últimamente citado, que parecían subrayar la continuidad de la faja de Malm en torno a las partes más elevadas de la Sierra, pertenecientes al Titónico.

Las especies citadas, aunque escasas en número, son lo bastante características para permitirnos precisar dentro del conjunto del Malm un horizonte (el Lusitamiense) distinto del Titónico, y también para advertirnos la presencia del Jurásico superior en una serie monótona de calizas margosas grises que, de otro modo, hubiéramos atribuido íntegramente al Lías.

Respecto al Titónico, suele predominar en él una facies de calizas macizas, blancas, duras y ásperas, que forman la casi totalidad de las partes altas de la Sierra. Pero también se presenta en forma de calizas rojas marmóreas con vetas de calcita, como en el Castillo de Cote, o en varios

pequeños asomos emplazados al N. de la Sierra, junto al camino del Cortijo de las Islas. Asimismo se manifiesta, aunque con mucha menos frecuencia, la típica facies de caliza brechoide, con cemento rojo, duro y margoso y grandes elementos blancos, principalmente de origen liásico. En las calizas blancas y macizas no es fácil observar buzamientos; en la facies roja, la caliza se muestra estratificada en gruesos bancos, de unos 25 centímetros de espesor, que buzan constantemente 40° al S. La concordancia con las capas liásicas subyacentes es, por tanto, completa, como se aprecia claramente en muchos lugares de contacto; por ejemplo, al pie del cerro del Castillo de Cote.

En este terreno se encuentra un yacimiento fosilífero bastante abundante en ejemplares, aunque con escasa variedad de especies. Se halla situado en un pequeño llano al S.-E. del Pozo Lobero, en el que se presentan calizas rojas nodulosas semejantes a las señaladas en el Lusitaniense. Allí recogimos la siguiente fauna:

Sowerbyceras Loryi, Munier-Chalmas.

Perisphinctes eudichotomus, Zittel.

P. colubrinus, Reinecke.

En la parte E. de la Sierra, junto a los tajos antes citados que por este sector la limitan, encontramos (vereda al Tajo del Aguila) varios ejemplares del *Phylloceras isotypum*, Ben.

Asimismo, en la cota 508, al S. O. del Castillo de Cote, en el paraje denominado Canchos de Tánger, encontramos formas bastante abundantes, todas de la especie *Perisphinctes colubrinus*, Reimecke.

Tectónica.—Según hemos señalado, el buzamiento de las capas del Liásico, del Lusitaniense y del Titónico es siempre de 30°-40° al S. Hay, pues, entre estos niveles una

completa concordancia, que presta al conjunto el aspecto de un gran paquete monoclinal. Sin embargo, la posición de los diversos tramos nos fuerza a una interpretación, un poco más complicada, que pone de relieve el corte de la figura 1. Según ella, nos hallaríamos en presencia de un doble pliegue isoclinal, inclinado hacia el N. W. o N.-N. W., en la dirección del empuje de los plegamientos subbéticos. Estos dos pliegues serían sinclinales y en el encuentro de ambos es probable que quedase laminado el Liásico, que constituye el horizonte inferior del complejo de la Sierra; esto en la hipótesis de que en la parte central de la misma—el puerto situado entre las cotas 502 al N. (paraje denominado Las Cercas) y 508 al S.—que corresponde a la porción intermedia de nuestro corte, no aparezca, como es posible, el Liás. De todos modos, emitimos con reservas esta interpretación, ya que no es posible comprobarla con el examen de una zona en que sean visibles las charnelas de los pliegues.

Nuevamente registramos, con la disposición descrita, un estilo frecuente en estas pequeñas unidades jurásicolíasicas que jalonan el margen septentrional subbético. Una estructura monoclinal, vergente al N. o N. W. con capas violentamente levantadas, es, según se sabe, característica de estos accidentes. En la vecina Sierra de Esparteros (3) tuvimos ocasión de señalar un caso semejante.

RESUMEN

La Sierra de Montellano es una unidad liásicojurásica, situada a unos doce kilómetros al S. W. de la Sierra de

(3) ALASTRUÉ, E. y PRIETO, I.: *Op. cit*

Esparteros, y en cuyo extremo occidental se emplaza el pueblo que le da nombre. Forma un conjunto montañoso, orientado, en general, de N. a S. y con una extensión máxima de unos cuatro kilómetros en esta dirección; hacia el Este presenta un apéndice que se termina en el cerro del Castillo de Cote. Sirven de base a este complejo las calizas grises-blanquecinas y marmóreas del Liás inferior, sobre las que se asientan otras grises margosas con sílex, bien estratificadas en capas delgadas, del Liás medio. Concordante sobre este Liás se muestra un Lusitaniense, también integrado por calizas grises-amarillentas muy semejantes, o por calizas margosas, blandas y nodulosas, de color rojo típico. Este nivel ha sido identificado por el *Pelloceras Fouquei* y el *P. bicristatum*, que parecen denotar la parte media del Lusitaniense (el Rauraciense). Finalmente, aparece el Titónico en forma de calizas macizas y blancas, de calizas brechosas con elementos blancos y cemento rojo o de calizas rojas marmóreas, citándose de este terreno tres yacimientos de fósiles característicos.

Estas formaciones se disponen según dos apretados sinclinales isoclinales, vergentes hacia el N., cuyas capas buzan uniformemente 30°-40° al S.

Marzo 1954

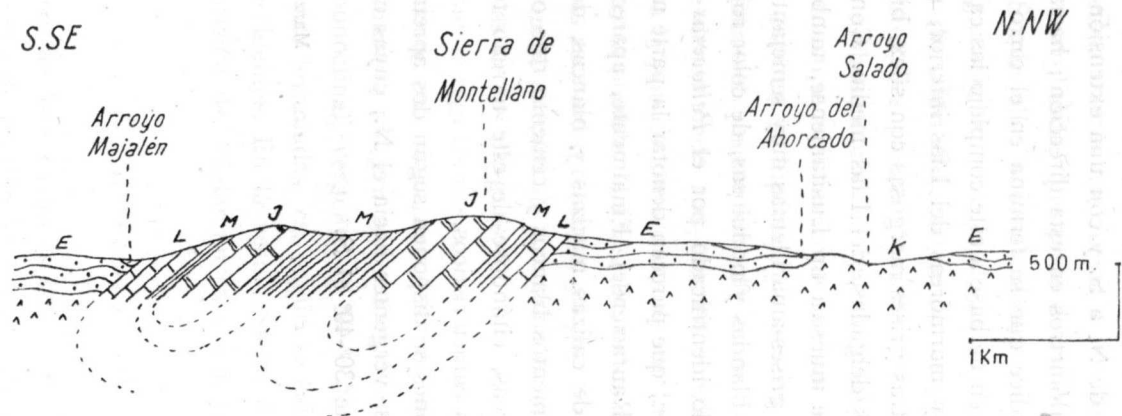


Fig. 1.—Corte a través de la Sierra de Montellano. *K*, margas abigarradas del Keuper.—*L*, calizas grises margosas del Lias medio.—*M*, calizas grises margosas o calizas nodulosas rojas del Lusitaniense.—*J*, calizas macizas blancas o calizas rojas marmóreas del Titónico.—*E*, margas blancas y calizas bastas del Eoceno.

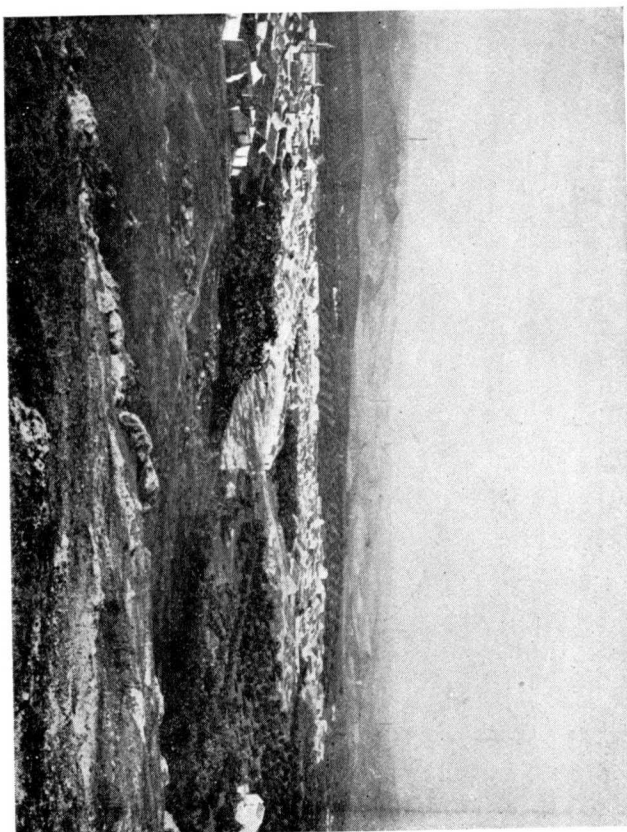


Foto 1.—Vista de Montellano desde la terminación occidental de la Sierra; en primer término, calizas blancogrisáceas marmóreas del Lias inferior.

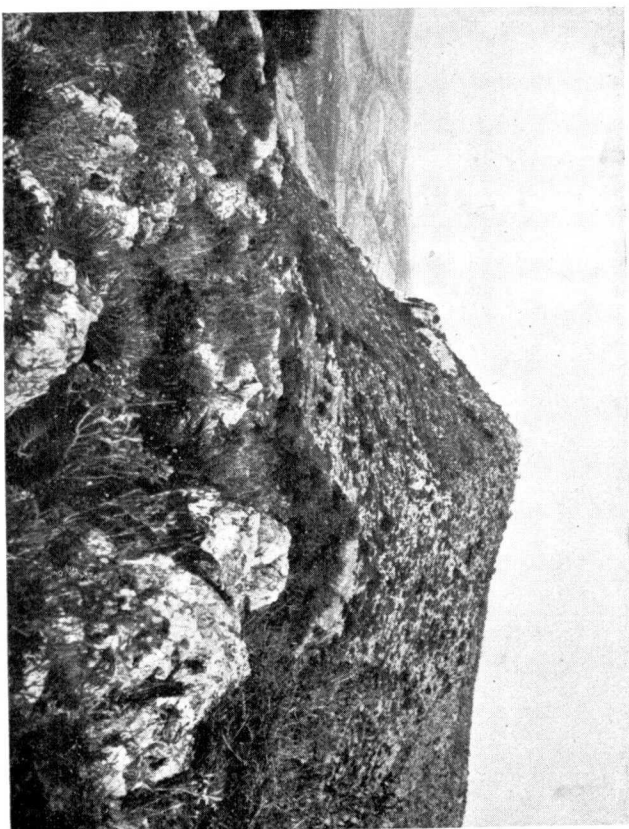


Foto 2.—Calizas macizas y blancas del Titónico del frente N. de la Sierra.



Foto 3.—Zona de margas y calizas margosas del Lusitaniense y el Lias medio de la parte E. de la Sierra (Puerto del Acebuche).

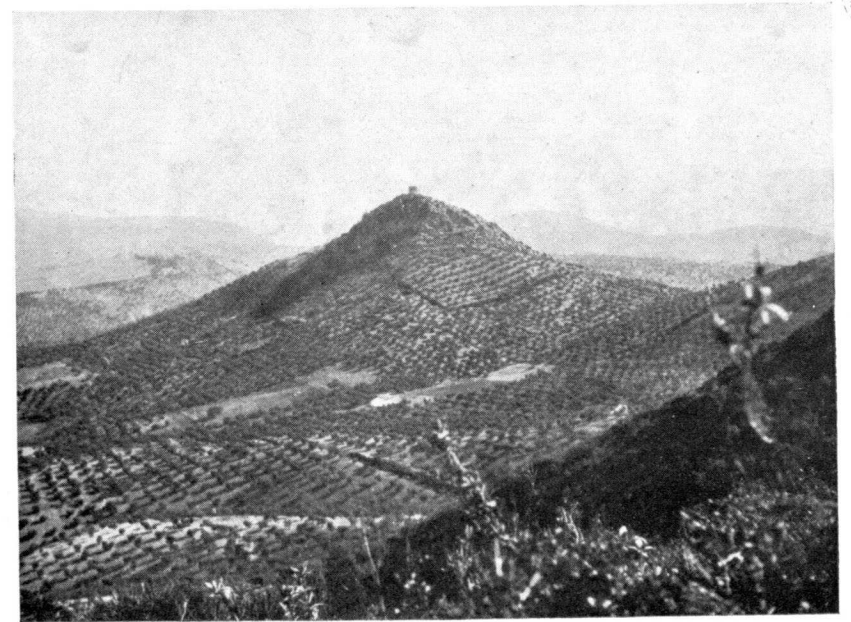
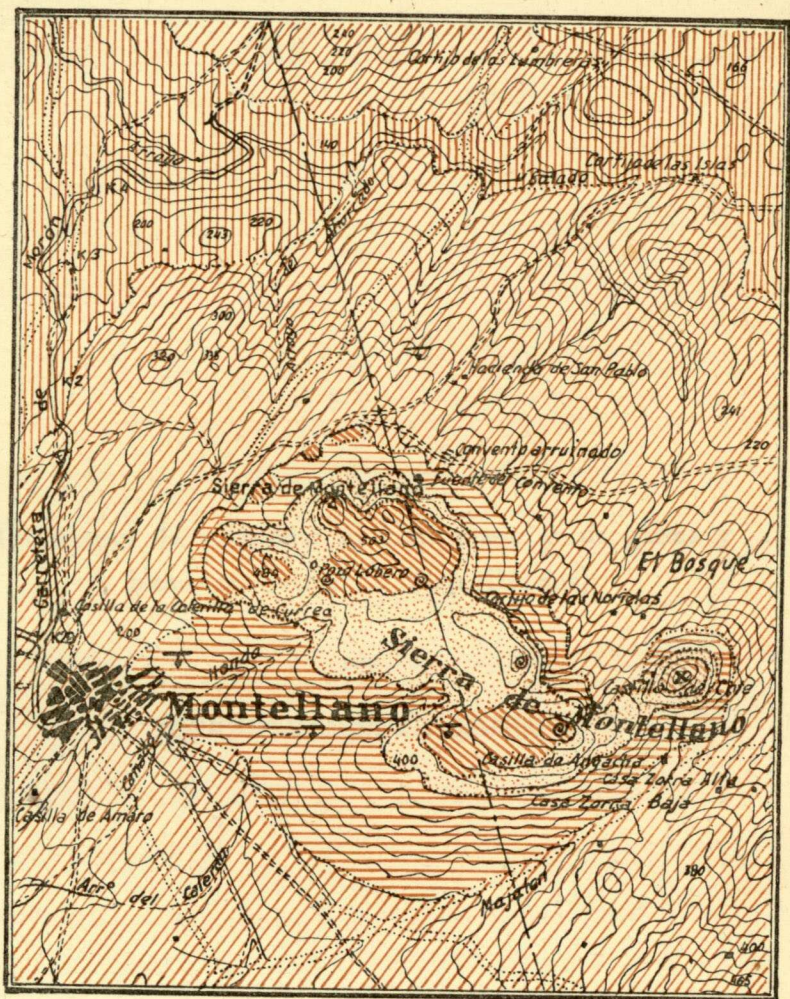









Foto 4.—Vista del cerro del Castillo de Cote, constituido por calizas del Titónico, desde el Puerto del Acebuche.



ESCALA - 1:50.000.



- | | | |
|-------------------|---|--|
| EOCENO |  | E. Calizas bastas y margas blancas |
| JURÁSICO SUPERIOR |  | Ti Calizas macizas blancas, calizas brechoides o calizas rojas marmóreas del Titónico. |
| |  | M Calizas grises margosas y calizas nodulosas rojas fosilíferas del Lusitaniense |
| LIASICO |  | L Calizas grises margosas con silex del Lias medio. Calizas marmóreas grises-blanquecinas del Lias inferior. - |
| TRIASICO |  | K Margas abigarradas con yesas y coníolas del Keuper. |
| |  | Buzamientos |
| |  | Yacimientos fosilíferos. |

Yacimientos de volframita en Campanario y de galena y
blenda en Orellana la Vieja (Badajoz).

POR

ENRIQUE RAMIREZ Y RAMIREZ

ENRIQUE RAMIREZ Y RAMIREZ
Doctor en Ciencias Geológicas

YACIMIENTOS DE VOLFRAMITA EN CAMPANARIO Y DE GALENA Y BLENDA EN ORELLANA LA VIEJA (BADAJOZ)

I. SITUACIÓN DE LOS YACIMIENTOS

En la parte centro oriental de Extremadura, y al N. de la provincia de Badajoz, en la comarca natural de la Serena, se encuentran las localidades que se reseñan en este trabajo. Esta comarca queda comprendida dentro del amplio valle del Guadiana y del Zújar, en la zona de contacto de la gran masa granítica de la Serena occidental, con un extenso manchón del Cámbrico azoico de Extremadura central.

Las comunicaciones más importantes son el ferrocarril de Madrid a Badajoz, por Ciudad Real, que pasa por Campanario, quedando Orellana la Vieja próxima a la carretera que desde Villanueva de la Serena se dirige a Guadalupe, con la que enlaza mediante un camino vecinal que desde Villanueva se dirige a Coronada, desviándose desde este pueblo a Orellana y Acedera.

II. CARACTERÍSTICAS FISIGRÁFICAS DE LA COMARCA

a) *Morfología*.—Los elementos morfológicos integrantes de esta comarca se pueden reducir a tres:

1) La penillanura, con gran extensión y desarrollo.

2) Las llanuras miocenas y aluviales del Valle del Guadiana.

3) Los relieves residuales, representados esencialmente por serratas cuarcíticas del siluriano.

La penillanura, de tan amplio desarrollo en el país extremeño, adquiere aquí muy típica representación. La constituyen extensas masas pizarrosas cambrianas que se muestran superficialmente con grado diverso de alteración. Muy especialmente hacia Orellana y la comarca situada al E. de Campanario aparecen extensas superficies arrasadas, en las cuales las pizarras dan origen a amplios afloramientos de superficie dentellada por pequeños crestones pizarrosos denominados «dientes de perro», que dan al paraje característico aspecto. Campos sin cultivar, con pastos en manchones discontinuos, nos muestran un paisaje de características acentuadamente áridas.

Forman también la penillanura macizos graníticos que están arrasados al mismo nivel que las pizarras, pasándose de unos a otros insensiblemente. Domina la altitud de los 350 metros en esta penillanura, en la que hay que destacar su gran continuidad.

Sólo se ve alterada ésta por los relieves residuales, verdaderos montes islas, que en la comarca que nos ocupa están representados por las serratas de Magacela y las de Orellana, relieves constituídos por el siluriano cuarcítico-pizarroso, que se apoya sobre calizas o pizarras del Cambriano. También en ocasiones cubren al granito.

Estos relieves residuales constituyen entidades morfológicas independientes del relieve actual.

Las llanuras del Valle del Guadiana.—Alcanzan gran desarrollo hacia Villanueva de la Serena y se extienden ampliamente hacia el N. Sin embargo, aguas arriba de esta

llanura el Guadiana y el Zújar se encajan en la penillanura pizarrosa, que queda así en parte rejuvenecida.

Del relleno aluvial que da origen a amplia llanura que se enlaza con la terciaria emergen algunas serratas o relieves residuales. El relieve, pues, morfológicamente considerado, es sencillo. Estructuralmente, el país es complejo y variado. La formación pizarrosa da origen a un conjunto replegado isoclinal y debe en él destacarse la mayor o menor alteración de las pizarras, que no dependen de causas actuales, sino que tal fenómeno está en dependencia con la influencia ejercida por las masas intrusivas, y muchas veces responde también a la estructura de tales formaciones pizarrosas arrasadas.

b) *Red fluvial.*—Queda representada por el Guadiana y su afluente el Zújar, ríos de gran desarrollo, y una secuela de arroyos y riachuelos que a ellos vierten sus aguas.

El cauce del Guadiana es de cierta uniformidad, pero se ve alterada cuando se pasa de la penillanura pizarrosa a la llanura aluvial. En la llanura de pizarras el cauce es más definido, siendo tortuoso, amplio y encajando, con valor de unos 40 metros. En la llanura aluvial el cauce es divagante y muy abierto. La pendiente es escasa, pues sólo llega a alcanzar valores comprendidos entre 1 a 1,30 por 1.000.

Las características del Zújar son muy parecidas al Guadiana, al que se une cerca de Villanueva de la Serena, quedando en medio de la confluencia la denominada Sierra de Tamborrio; es decir, de Entramborrios.

Los arroyos reflejan las características de una red evolucionada y bastante encajada en la penillanura. Así el río Guadalefra tiene cauce ancho, ocupado como los del Guadiana y Zújar por grandes masas de aluviones.

El cauce del arroyo del Molar varía en relación con la naturaleza del terreno por el que discurre; cuando son granitos es más encajado, siendo su perfil transversal amplio y menos preciso, cuando corre sobre pizarras o por las llanuras terciarias.

III. GEOLOGÍA

Están representadas en la zona que examinamos las formaciones paleozoicas más típicas del país extremeño, a saber: macizos graníticos con gran desarrollo, el cambriano pizarroso o calizo que constituyen la penillanura, y el siluriano, que hacia esta comarca está muy reducido en extensión, pues da origen a manchones, representados en general por los relieves residuales que en cierto modo dan origen a montes-islas (1). Estos tres conjuntos mencionados integran un paleozoico no bien definido, pero sí muy antiguo, que corresponde desde el cambriano medio hasta el ordoviciense superior. Los granitos son hercínicos o quizá algunos caledónicos.

Masas sedimentarias terciarias, no plegadas, rellenan la amplia depresión del Guadiana. Representan fundamentalmente al oligoceno-mioceno, recubierto a veces por masas de aluviones de cierta amplitud o bien por extensos mantos de materiales detríticos muy groseros, que constituyen «rañas».

a) *Granitos de Magacela y Campanario*.— Están representados por dos masas intrusivas que estaban mal conocidas en sus límites y petrografía hasta que han sido estu-

(1) Vidal Box (C.): «La edad de la superficie de erosión de Toledo y el problema de sus montes-islas». *Revista de la Real Academia de Ciencias*.

diadas con algún detenimiento al realizar los trabajos de campo, con el fin de confeccionar la hoja del mapa geológico a escala 1:50.000 por el Instituto Geológico y Minero de España. Esta labor la realizó el profesor Hernández-Pacheco (F.) a últimos de verano del año 1953, en compañía del cual hicimos todos los recorridos de campo, lo que permitió poner de manifiesto la existencia de dos manchones graníticos superficialmente independientes. Uno de ellos, que denominamos «manchón granítico de Magacela», de pequeña extensión, está separado por estrecha banda pizarrosa del gran batolito que denominaremos «de la Serena occidental», nombre que proponemos para el macizo que tiene un mayor desarrollo longitudinal, en coincidencia con la dirección axial de los plegamientos hercínicos que forman tanto los relieves residuales como la cadena de sierras al N. del río Ortiga, denominadas del Valle de la Serena, etc. (2).

El pequeño manchón granítico de Magacela tiene una extensión aproximada de unos 8 kilómetros cuadrados; sus límites muy netos pueden establecerse así (fig. 1): al Oeste, la carretera de la Estación de Magacela a La Guarda, desde el kilómetro 1 al 3; al Norte, las proximidades de la carretera de Coronada a la Estación de Magacela; al Este, los parajes de la casa de la Torrecilla y del Molino de los Caños, y al Sur, la franja de calizas cámbricas de Magacela.

Estos granitos separan tres formaciones geológicas distintas, con las cuales han entrado en contacto al efectuarse su intrusión. Tales formaciones son: al Norte, el cambria-

(2) Ramírez (E.): «Una excursión geológica a las minas del Valle de la Serena (Badajoz)». *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*. T. L., núm. 1, 1952.

no pizarroso, en general metamorfizado; al Sur, el siluriano de Magacela, no tan intensamente metamorfizado, y una banda de calizas que, metamorfizadas, dan origen a rocas marmóreas. Sigue esta banda de calizas los límites SW. de la serrata de Magacela desde las proximidades de la Haba hasta el paraje del Ejidillo, con una corrida de unos 10 kilómetros.

Los granitos muestran a veces facies porfiroides de borde y con alteraciones de cierta amplitud. Son de grano medio o grueso, encontrándose otros tipos de gran uniformidad y dureza, que son explotados en canteras. Es frecuente observar en ellos diques de aplitas y microgranitos en las zonas de borde.

En las áreas marginales engloban, a veces, masas pizarrosas cambrianas, como sucede en las proximidades de la estación de Magacela; otras veces, las pizarras en su contacto están transformadas en masas arcillosas que en ocasiones se explotan, y cuando las calizas son las rocas encajantes sufren una recristalización, sin llegar a aparecer minerales resultantes de este metamorfismo, visibles a simple vista.

Las calizas, en algún caso, sufren impregnaciones y aporte de sílice, y tanto las calizas como las pizarras están surcadas por venillas de cuarzo que emiten los granitos subyacentes.

Estos granitos están cortados por dos sistemas de diaclasas fundamentales, uno de ellos orientado más o menos de NE. a SW., y otro normal, existiendo también un plano de diaclasas horizontales.

Se encuentran también granitos con facies pegmatoide en forma de diques o chimeneas.

El batolito de la Serena ofrece caracteres petrográficos

análogos a los citados para los de Magacela, pero en aquellos hay otros de orden tectónico y petrográfico que señalaremos. Nos referimos, en primer lugar, a su posición en el conjunto herciniano, siguiendo la dirección de los ejes de plegamiento, siendo masas profundas que se extienden debajo de las pizarras, teniendo a veces desarrollo lateral. Su gran extensión pone de manifiesto que la intrusión se realizó siguiendo direcciones preestablecidas, de acuerdo con la orogenia herciniana, y mucho más si se piensa que estos granitos son sinorogénicos.

Producen, en contacto con las pizarras, metamorfismo de grado medio, con pizarras de tipos micáceos quistolíticos, etc.

Tiene gran extensión la facies porfiroide, con grandes cristales de ortosa, láminas grandes de biotita y cuarzo de relleno. En los bordes son también frecuentes las aplitas. En algún caso hemos visto los porfiroblastos ordenados según determinadas direcciones.

b) *Cambriano*.—Dando origen a extensos pizarrales, el cambriano se presenta con facies batial muy típica y uniforme. Es dudosa la inclusión en el cambriano de la banda caliza que se extiende en la base de la serrata de Magacela.

Los materiales cambrianos están representados por filadíos, pizarras lustrosas, tegulares, de color gris, gris oscuro; pizarras arenáceas y de tipos arcillosos y cuarcíticas, hasta algunas grawackas silicatadas, que se disponen en régimen de replegamiento muy monótono.

El régimen de estas series pizarrosas, unido a su constante disposición más o menos vertical, y la pequeña alteración que sufren, hace que localmente falte el suelo o éste sea discontinuo por los numerosos dentellones que afloran por doquier.

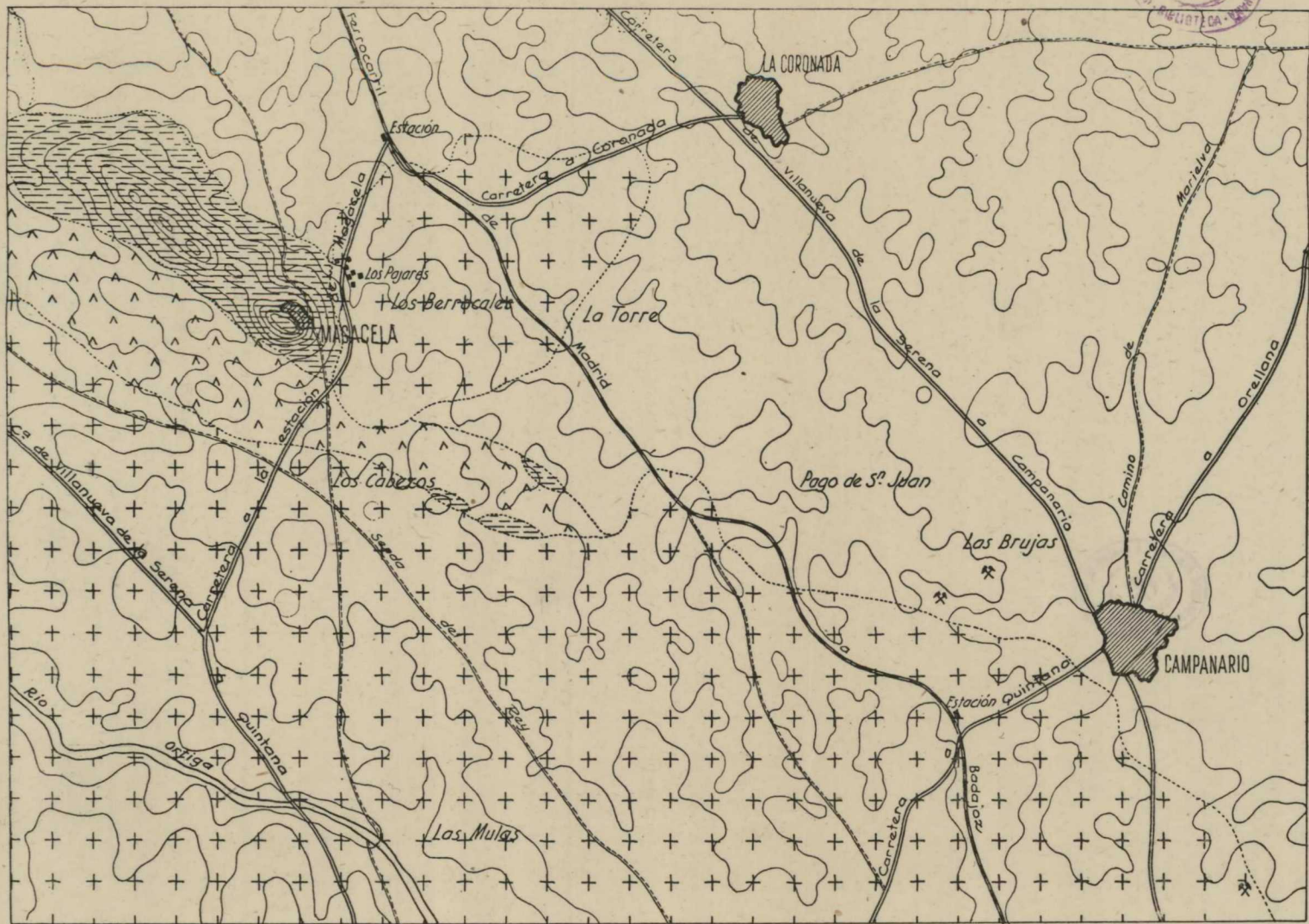
Las calizas de Magacela se ofrecen en posición dudosa respecto a las formaciones en que se intercalan. La forma del afloramiento es en banda alargada en dirección de NW. a SW. (fig. 1), que se ponen en contacto con los granitos y al parecer con las pizarras de base de las cuarcitas silurianas.

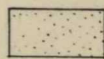
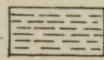
Estas calizas son cristalinas, de colores grises oscuros, a veces en episodios blancos por cambio de facies y de gran pureza. Son ferríferas en otros puntos, y por lo general son magnesianas, sin que se les pueda calificar de dolomíticas.

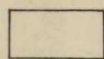
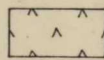
Superficialmente se ofrecen cavernosas, y aun en profundidad se encuentran, como es normal, conductos y oquedades, con estalactitas, en complicada red laberíntica. Sus huecos más superficiales están muchas veces tapizados de drusas de cuarzo cristalizado en típicas formaciones piramidales o con prismas hexagonales. En otros casos son formaciones ferríferas las que se encuentran en su contacto. Se ha citado de esta localidad, y en las calizas que reseñamos, el fluosferri por Naranjo (3).

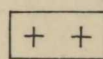
No se puede hablar en estas calizas de un metamorfismo de contacto intenso con impregnaciones por influencia de los granitos, pero tampoco se puede negar que las calizas han sido afectadas por acciones del granito, que han dado lugar a su recristalización, a procesos metasomáticos en pequeña escala, como se demuestra por algunas mineralizaciones de malaquita en su masa y alteraciones en los contactos. En efecto, en los parajes de la Pizarrilla (Magacela) se encuentran malaquitas, en calizas, que provienen, sin duda, de estos procesos metasomáticos.


(3) Gonzalo y Tarín (J.): «Reseña físico-geológica de la provincia de Badajoz». *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico*.



 Plioceno
 Siluriano

 Cambriano pizarroso
 Cambriano, calizas

 Granito

 Yacimientos de volframio

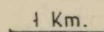
 1 Km.

Fig. 1. Esquema geológico con datos tomados de la hoja de Villanueva de la Serena núm. 779.

c) *Siluriano de Magacela*.—Dentro de la geología de la comarca solamente citaremos el islote siluriano de Magacela, porque los materiales de la corrida de esta serrata están en relación con la minería de la que nos ocupamos. Además, estos sedimentos ocupan posición crítica en el conjunto paleozoico plegado, y de su localización se pueden deducir consecuencias estratigráficas y tectónicas.

Se reducen estos materiales silurianos a la típica cuarcita de base, a la que se superponen: 1.º Un tramo de areniscas pizarrosas. 2.º Pizarras arcillosas de colores blancos, grises o amarillos. 3.º Un episodio de grauwackas. 4.º Un tramo de cuarcitas de poca potencia; y 5.º Pizarras arcillosas algo areniscosas de colores abigarrados.

Subyacentes a las cuarcitas de base se encuentran un tramo de pizarras que hay que referir al postdamiense, encontrándose otro tramo de cuarcitas de poca potencia que descansa sobre un nivel de pizarras ampelíticas negras, alteradas en masa, que muy bien pudieran incluirse dentro del silúrico superior. Estas se explotaron como arcillas refractarias por su alto contenido en grafito. Algunas manchas blancas que se destacan bien claramente por su color son de alumbres.

La potencia total de esta formación es de unos 400 metros.

IV. TECTÓNICA

Toda la formación paleozoica responde a una tectónica de tipo herciniano muy destruido y cuyas directrices quedan arrumbados de NW. a SE.

Las pizarras cambrianas, con gran monotonía y muy replegadas, cambian de dirección con alguna regularidad, cambios que obedecen de una parte a la influencia de las masas graníticas y de otra a reajustes en los compartimien-

tos corticales al equilibrarse en un proceso postorogénico, alterado quizá por la tectónica alpina.

Es muy constante la verticalidad o buzamientos con altos valores. El replegamiento llega a detalles muy evidentes en micropliegues que se ordenan en planos más o menos paralelos a la estratificación.

Así, pues, la tectónica de las pizarras obedece a un proceso complejo derivado de la presencia de batolitos graníticos, que juegan un gran papel en la orogenia local, al actuar como masas rígidas intercaladas entre los sedimentos, que se pliegan, como sucede con los materiales pizarrosos.

Muchas veces estas pizarras, en sus replegamientos, se ven rotas, lo que, a nuestro modo de ver, evidencia una actuación de fuerzas posteriores a la orogénia que las plegó.

Los filoncillos de cuarzo son frecuentes en las masas pizarrosas, muchos de los cuales son de relleno.

Así, pues, dentro de la dirección general de NW. a SE. hay variaciones locales en las que se orientan de N. a S., o bien al NNW., y en algunos casos al NW., con buzamientos al E., o bien al NE.

Es importante señalar la concordancia, en algunos casos aparente, de los bordes de los granitos con las pizarras, lo que nos indica la presencia de estas masas graníticas durante el proceso orogénico, y en otros casos la intrusión en zonas de sinclinales.

Las calizas de Magacela aparecen topográfica y estra-tigráficamente debajo de las cuarcitas silúricas, y al ponerse en contacto con los granitos lo hacen normalmente adaptándose a ellos, siendo la concordancia con los materiales silurianos y cambrianos completa.

El conjunto cambriano es regresivo con relación al silu-

riano, con el cual se pone en contacto, quedando debajo de los relieves próximos, que están bien delimitados por las sierras de Orellana, con sus potentes tramos de cuarcitas. La emersión, es decir, la regresión al final del cambriano, se denota bien aquí tanto por tramos discontinuos de conglomerados, que se observan claramente en la trinchera de la carretera próxima a Orellana la Vieja, y además porque en los materiales cambrianos, con los episodios de grau-wackas citados, evolucionan hacia tipos más areniscosos mediante los cuales se pasa al siluriano, con el que están, sin duda, en concordancia.

V. EL YACIMIENTO VOLFRAMÍFERO DE CAMPANARIO

Coincidiendo este área próxima y al SW. de Campanario con el borde del macizo granítico de la Serena, hallamos aquí yacimientos metalíferos esencialmente de volframita. En zonas próximas y hacia el W., en el término municipal de Magacela, se encuentra dentro de la masa granítica o en el contacto de granitos y calizas algunos filones y diques conteniendo minerales no directamente relacionados con los volframíferos. Hay en algunos otros parajes mineralizaciones de escaso interés en las calizas de Magacela, encontrándose en el del Ejidillo (Magacela), constituido por filones de baritina, que en época antigua fueron objeto de explotación, existiendo, además, algunas micas que se han querido explotar, pero con escasas posibilidades.

Todos ellos responden a condiciones geológico-genéticas perfectamente encuadradas dentro de la petrografía de la región. Especialmente los de volframita se encuentran en la posición típica en que suelen presentarse.

Tienen relativa extensión las áreas mineralizadas, pero

con gran difusión de los minerales, lo que hace que solamente en determinados parajes tengan interés, en cuanto a su explotación.

Esto es lo que sucede a la denominada mina «Rosita» que, juntamente con otras mineralizaciones, eran ya conocidas desde los años 1916-1920, a lo largo de los cuales fueron objeto de explotación discontinuamente.

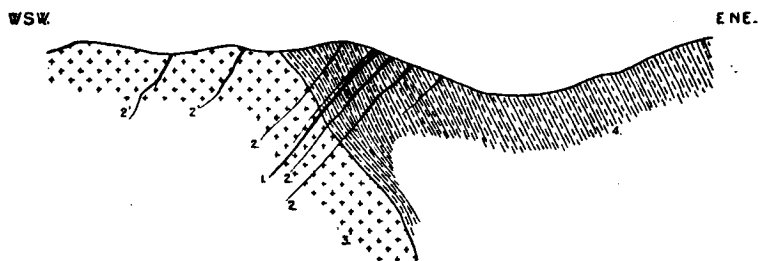


Fig. 2. Corte geológico en el yacimiento de volframio de Cañada Honda (Campanario). 1, Diques de rocas básicas y ácidas. 2, Filones mineralizados en las pizarras. 2', Filones estériles en el granito. 3, Granitos. 4, Pizarra.

Se encuentran otros yacimientos de volframita y schelita en el término municipal de Campanario, tales son los que existen en el paraje de Pico Lirio, próximo a la carretera de Campanario a Castuera, el que queda en las cercanías del que estudiamos en el Valle de Cañada Honda, etc.

a) *Posición y rocas en que encaja el yacimiento.*—El yacimiento que da origen a la explotación volframífera (lám. I, fig. 1), se encuentra en el paraje denominado Cañada Honda, donde se encuentra también otra demarcación minera denominada «Mari Luz». Ambos se localizan en la aureola externa del área metamórfica, que no tiene gran desarrollo, y en la que encontramos la siguiente serie:

Pizarras micáceas, no muy cargadas de mica, que se ofrece en pequeñas laminillas que se aproximan a filadios.

Estas pizarras son algo areniscosas y, al parecer, son identificables como areniscas de metamorfismo medio, encontrándose en ellas, además de la mica, cristales de quiastolita y algunos de turmalina. En ellas se manifiesta los planos de pizarrosidad bien claramente.

El metamorfismo es a veces de carácter selectivo, de acuerdo con el tipo de roca, lo que a su vez depende de su composición química y textura. Sin embargo, las rocas favorables a las mineralizaciones no siguen una regla definida y están circunscritas.

Encajando y cortando a este conjunto pizarroso-metamórfico se encuentran diques de rocas microgranudas, ácidas y básicas, que tienen con el sistema filoniano relaciones más o menos estrechas, ya que en algunos casos tales diques se muestran en contacto con los filones (fig. 3).

Hacemos notar que la dirección de estos diques es más o menos N.-S., o bien NNW. a SSE., siendo su potencia media de un metro. Hacemos seguidamente la descripción de las rocas de tales diques.

Muestra número 1.—Roca que a simple vista se muestra finamente granuda, con algunos cristales de mayor tamaño, de color gris, algo oscuro.

La textura es porfídica, siendo clasificable como un pórfido granítico feldespático, pobre en cuarzo (lám. II, fig. 1).

Muestra número 2.—El segundo tipo que reseñamos es finamente granuda y de color gris verdoso. Se distinguen al microscópico cuarzo, feldespato, entre los que dominan la ortosa, existiendo también algo de plagioclasa. Se aprecia también biotita, algo transformada en clorita, y magnetita. La moscovita es escasa. Pudiera clasificarse esta roca como una cuarcita muy metamorfizada.

Las rocas básicas son las siguientes :

Muestra número 3. — Roca oscura, granuda, de gran dureza. A simple vista no es posible discernir los minerales constituyentes. Al microscopio se presenta finísimos agregados de cristalitas de cuarzo muy numerosos que

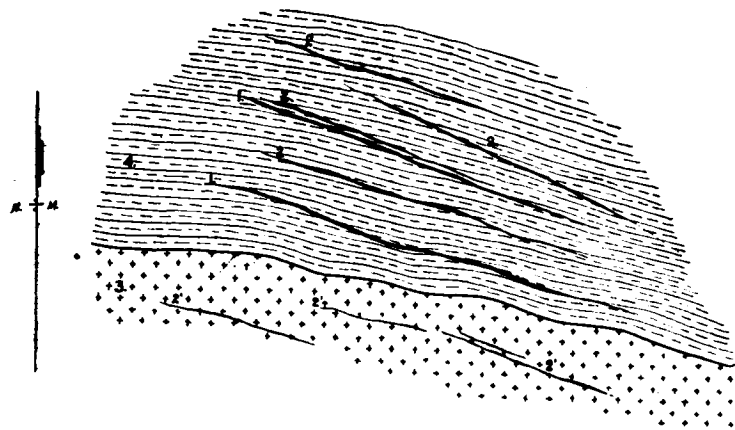


Fig. 3. Disposición planimétrica esquemática de los filones de cuarzo con volframita y scheelita y diques de rocas básicas y ácidas en el contacto de granitos y pizarras cámbricas. 1, Diques de rocas básicas. 2, Filones en las pizarras. 2', Filones en el granito.

dan origen a una asociación en mosaico característica. Se presenta abundante la biotita, existiendo también algo de moscovita. Como base se presenta feldespato y dialaga. Asimismo es identificable la magnetita y los granates, pudiéndose considerar como una roca de tipo anfibólico, que representaría a un gabro o diabasa metamorfozada (lám. II, figura 2).

Muestra número 4.—Encontramos en este mismo conjunto de diques una roca gris oscura, algo verdosa, de gra-

no fino, dura y con fractura astillosa. Al microscópico se distingue su textura ofítica, con alargados cristales de plagioclasa (con andesina y labrador), augita y mucha clorita, siendo también observable magnetita en gran cantidad y calcita de neoformación. Se puede clasificar como una diabasa de grano fino.

Teniendo en cuenta que los pórfidos no producen aureola de metamorfismo, han perdido sus mineralizadores y algo parecido le sucede a los diques de rocas básicas que encontramos en esta mina, se deduce que no sea de gran desarrollo la serie metamórfica que se presenta.

b) *Filones*.—Encontramos al parecer en este yacimiento un solo sistema filoniano, que se dispone orientado de NW. a SE., buzando al SW. Este buzamiento tiene valores medios de 40°.

La potencia de estos filones oscila entre 10 y 30 centímetros, siendo de cierta regularidad en su conformación.

El sistema filoniano irradia claramente del borde del batalito granítico, que dista unos 70 metros del criadero, estando tales filones claramente localizados en fallas, bien observables, que a veces dan lugar a saltos de éstos. Los desplazamientos que se advierten, como consecuencia de estos saltos, no tienen grandes valores y se realizan generalmente hacia el SW.

Por otra parte, el conjunto pizarroso en el que encajan los filones está afectado por diaclasas, que son referibles a dos sistemas: uno, que coincide con la orientación de los filones, y el otro, de disposición vertical y orientación N.-S., con ligeras variaciones. Son algo frecuentes las ramificaciones y desfleques de estos sistemas filonianos.

El cuarzo que reconocemos en los filones responde esencialmente a dos variedades: un cuarzo azulado de brillo

grasiento y de fractura irregular, algo astilloso. El segundo tipo, más abundante, de cuarzo, es de color blanco. El primer tipo de cuarzo es identificable, como la variedad porfiroide con fondo translúcido, y aquí menos ligado a la mineralización, con cristales a veces idiomorfos que dejan huecos entre ellos. Esta variedad se presenta aquí más asociado al volframio.

Es evidente que el cuarzo se ha formado en varias etapas, y hay un tipo que es anterior a la volframita y otro simultáneo o posterior a ella. Resaltemos en este lugar la presencia de arcillas de fricción en los planos de fallas, resultantes de resbalamientos y deslizamientos de estas masas pizarrosas o bien de los filones en sí.

No es posible predecir hasta qué profundidad tienen continuidad estos filones; pero adelantando ideas, diremos que, teniendo en cuenta el nivel de erosión en que nos encontramos, no habrá de ser inferior a los 100 metros. Actualmente las labores realizadas no han bajado de los 60 metros.

En conjunto, morfológicamente, los filones que encontramos son bastante regulares, con planos bien definidos; las complicaciones que se derivan de las fallas existentes, así como las diaclasas que hemos mencionado, y los diques de roca de disposición paralela a tales filones, en conjunto, no complican demasiado el sistema filoniano.

c) *Paragénesis, distribución de la mineralización y génesis.*—La paragénesis que se encuentra está representada por volframita, scheelita, arsenopirita, pirita, calcopirita, posiblemente lepidolita o más bien moscovita que por alteración toma color rojizo dorado, turmalina, y óxidos de hierro. Resaltamos la ausencia de fluorita, no así la de la

casiterita, cuya falta nos parece bastante normal, dado el tipo de roca en que encaja.

Como vemos, esta paragénesis es restringida y responde a normas bastantes generales, dentro de los yacimientos volframíferos que conocemos.

El yacimiento es clasificable como de contacto típico, por sus características más generales.

Las menas que más nos interesan, volframita y scheelita, dentro de la masa cuarzosa, se disponen con cierta constancia en su posición. En efecto, hemos podido observar que la volframita tiene más tendencia a encontrarse en el centro de la masa filoniana y materialmente englobada en el cuarzo, mientras que la scheelita, con mayor frecuencia, se encuentra hacia los hastiales. La volframita se presenta con los característicos cristales aplastados (4) con los tres cruceros de exfoliación. En las salbandas o en los hastiales se encuentra también una mica dorada a veces en concentraciones muy ostensibles.

La turmalina, por lo general, en cristales de pequeño tamaño, se haya íntimamente ligada al cuarzo y próximo a las zonas con biotita y a veces muy ligada a ellos. En ocasiones, el desarrollo de la turmalina provoca la destrucción de la biotita; sin embargo, las pizarras son menos favorables que las micacitas para la turmalización, aunque no refractaria. Lo hemos comprobado recientemente en Salamanca; no obstante, podemos afirmar que las turmalizaciones se hallan bastante limitadas.

(4) Recientemente hemos tenido ocasión de poder observar la magnífica aplicación que para detectar la scheelita tiene la lámpara fluorescente de onda corta. Al quedar iluminado, en una oscuridad más o menos completa, el filón por esta lámpara, la scheelita aparece con fluorescencia bien destacable de color blanco plateado, mientras que el cuarzo suele colorearse de azul, y los demás minerales existentes de otros colores.

En el cuarzo filoniano hemos podido ver las características manchas de finísimos cristallitos de turmalina, rasgo muy general en este tipo de yacimiento que estudiamos. No podemos detallar cuáles sean las relaciones de la arsenopirita con la volframita; pero, al parecer, no domina tanto como en otros yacimientos que encajan en granitos. En algunos salmantinos, que pudimos visitar en otra ocasión, cuando estos filones volframíferos se encuentran en pizarras, la pirita domina más.

Es posible preveer procesos metasomáticos en pequeña escala que se han superpuesto al metamorfismo de contacto.

Parece evidente que la concordancia de las pizarras y el granito, recubriendo aquéllas a éste, ha favorecido la mayor concentración de las menas en los filones.

En el yacimiento de Campanario hay impregnaciones de volframita y en las mismas pizarras son algo frecuentes, pero no son demasiado profusas ni se localizan a más de un metro de los filones. Ello es debido a que los planos de los filones son definidos y cerrados y hay una canalización fácil para los agentes mineralizadores.

Como se ha dicho, predomina ampliamente la volframita sobre la scheelita; la escasez de calcio en el medio regula en parte esta pobreza en scheelita; sin embargo, no hemos de perder de vista la formación de calcita en los diques, en relación con el yacimiento y emanados del batolito, cuyos granitos pueden ser considerados como calcialcalinos. Pero esta calcita, en cuanto a su neoformación, es independiente de la génesis de las menas que estudiamos.

La presencia de moscovita nos indica la mayor riqueza

de este yacimiento, riqueza que puede ser conceptualizada como buena.

La génesis del yacimiento hemos de considerarla con marcadas características hidrotermales y alta temperatura, pero en transición hacia los neumatolíticos. Nos falta una gran serie de minerales de este carácter, que sin duda existirían en niveles ya desaparecidos. Téngase en cuenta que hoy hay tendencia a ver una continuidad entre un tipo de proceso y otro (5). Como hemos dicho anteriormente no se encuentra ahora casiterita que, a nuestro entender, bien pudiera presentarse en niveles más bajos o ya cuando los filones penetren en el granito. La tectónica de la región, de tipo herciniano genuino, y sus granitos posiblemente sinorogénicos, han sido los determinantes primarios del yacimiento.

Pero en cuanto a la génesis de los minerales de interés para nosotros, el proceso es complicado y no esclarecido totalmente. Podemos establecer que nos hallamos en presencia de un flanco de anticlinal metalogénico que es incompleto (completo lo hallamos en el valle de la Serena).

Establecido el carácter neumatolítico hidrotermal, según las ideas de Fersman, y teniendo en cuenta la clasificación de Emmons, se puede clasificar como hipomesotermal, caracterizándole las fases 14 (volframio) y 13 (arsénico).

El camino para las soluciones mineralizadas fué fácil, teniendo en cuenta la fracturación por fallas y diaclasado del medio. En el tiempo, los procesos hidrotermales pos-

(5) Deicha (G.): «L'emploi de la platine refrigerante dans l'appréciation du rapport constituans fugaces con caractéristique des fluides d'origine profonde». *Soc. Geol. de France. Compt. Rend. Sommaire des Sciences*, núm. 15. Diciembre, 1953.

teriores a la intrusión, son más propicios a la mineralización y menos favorables al desarrollo de los silicatos del metamorfismo. Este carácter parece que se evidencia bien en el yacimiento de Campanario.

Estamos conformes en admitir que la cristalización de la volframita se ha realizado posteriormente a la casiterita, que se pueda encontrar más profunda o bien ya en los granitos. En cuanto a la scheelita, su génesis es posterior a la volframita, pero en algunos casos pensamos que aquélla provenga de la metasomatosis de la volframita al ser sustituido el Fe y Mn. por el Ca., que actúa en forma de base fuerte. La scheelita precipita de soluciones alcalinas. Como se ha dicho por otros autores, las relaciones paragenéticas de scheelita con volframita son características de los fenómenos de sustitución. Las fisuras por donde han de seguir los mineralizadores se forman en la última fase de la consolidación del magma granítico en el período de acomodación de éstos en relación con la masa pizarrosa en que encajan los granitos por contracción de esta masa periférica.

Los ejes que siguen las mineralizaciones, en este caso más o menos coinciden en cierto modo con los ejes de la intrusión granítica que, como se dijo, tienen dirección herciniana. No es posible que nosotros establezcamos las secuencias mineralógicas; para ello necesitaríamos de un detenido estudio del yacimiento. La génesis de la volframita en sí no aparece muy clara. Sí podemos decir que son necesarias soluciones débilmente ácidas en presencia de iones ferrosos y manganesos, pero no se puede invocar claramente la acción de fluoruros de wolframio, ya que el fluor no aparece; más bien deberíamos tener en cuenta la posibilidad de sulfuros de wolframio, o de arseniatos, que reaccionen con el agua en presencia del Fe. y del Mn. Si, ade-

más, admitimos que en la diferenciación magmática hay una disminución de la relación $OMg/OFe.$, y después disminuye la de $OFe/OMn.$, habríamos argumentado en favor de ello. Pero para nosotros el proceso es posterior a una diferenciación magmática.

d) *Explotación.*—Las explotaciones, en la actualidad, se llevan a un ritmo regular, pero oscilando de acuerdo con los precios que alcanzan en el mercado las menas consideradas. Al parecer, los comienzos de los trabajos, no así el descubrimiento del yacimiento, que parece fué anterior, datan de 1917, con las interrupciones consiguientes.

Las labores, en cierto modo algo organizadas, alcanzan en la actualidad la profundidad máxima de 60 metros, mediante pozos, galerías y, más superficialmente, socavones, zanjas, etc.

Hemos podido ver una galería a cielo abierto para la investigación del yacimiento, y de unos 300 metros de longitud que cortó nueve filones con algunas mineralizaciones de interés.

En cuanto a rendimientos, pocos datos hemos podido obtener; pero no será aventurado asegurar que la mina, con las instalaciones establecidas, llegó a producir hasta cuatro toneladas mensuales. La producción más regular, sin embargo, no pasaba de dos, con más normalidad.

VI. YACIMIENTOS DE GALENA Y BLENDA DE ORELLANA LA VIEJA

Ya hemos visto anteriormente cuál era la situación de este yacimiento de características muy típicas, dentro de las que se encuentran en toda la comarca de la Serena, que ya

fueron antiguamente explotados por los romanos. Y aún más: es muy destacado y característico de la provincia metalogénica mediterránea. Constituye este yacimiento la

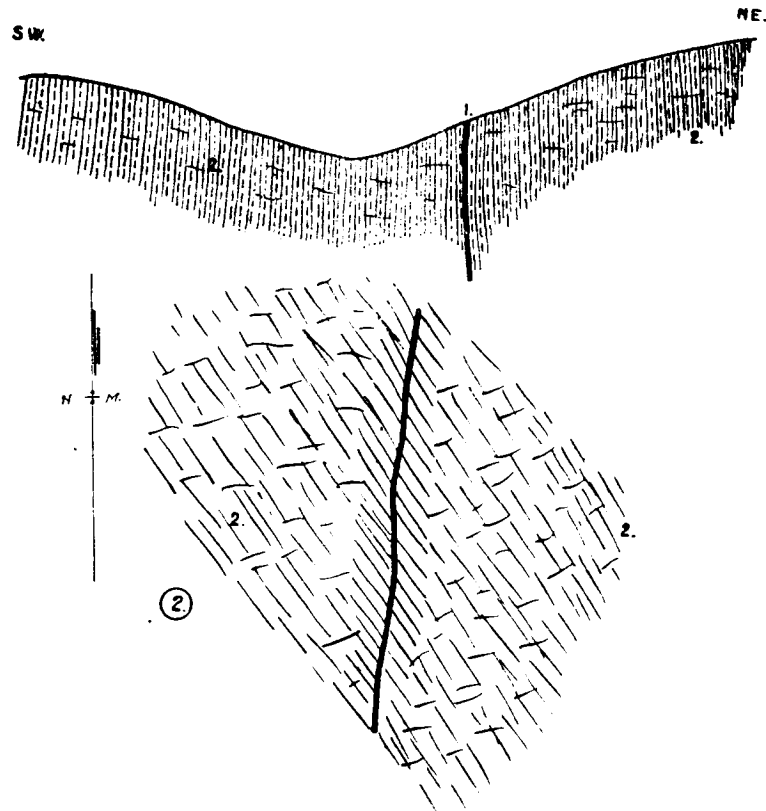


Fig. 4. Corte geológico en el paraje de la Barca. 1, Filón cuarcífero mineralizado en galena y blenda. 2, Pizarras cámbricas. (2), Orientación del filón de la mina «Loluca» con relación a las pizarras. Planimétrica.

demarcación minera «Loluca», que abarca unas 300 pertenencias, y en la que se trabaja para su preparación y puesta en marcha.

a) *Rocas en que encaja.*—Dentro del conjunto piza-

rroso cambriano, en el paraje del camino de la Barca (lám. I, figura 2), encontramos pizarras y areniscas fundamentalmente. En la primera se pueden distinguir tipos arcillosos grises, otras pizarras areniscosas, tipos cuarzosos y hasta grawackas silicatadas. En estos materiales encajan los filones de cuarzo.

La disposición de estas pizarras es casi vertical, con buzamientos de hasta 87° hacia el NE. y orientadas de NW. a SE.

b) *Filones.*—Encontramos un único filón algo explotado en este yacimiento, pero al lado de él existen una red amplia de filones, muchos de los cuales son de relleno.

El filón que se explota, de orientación WSW. a ENE., es algo irregular en su conformación. Su potencia máxima llega a 2,20 metros, siendo la mínima de 0,8 metros. A él acompañan, como ramificaciones, filoncillos laterales o que cortan al filón principal.

A un kilómetro al E. de Orellana se encuentra otro filón, en otro tiempo reconocido mediante algunas labores, en el llamado Cerro Gordo, de características muy semejantes al que describimos. Juntamente con ellos aparecen otros filoncillos con la misma orientación, alguno de los cuales va también mineralizado.

Este conjunto mineralizado forma un sistema de filones que no es único. Existe otro grupo de filones, alguno de los cuales lleva calcita, que es muy posible pertenezca a otro sistema.

La posición del filón principal al que nos vamos a referir es vertical o con débiles inclinaciones, con relación a esta posición. En él son frecuentes geodas tapizadas de cristalitos de cuarzo, con su hábito, prismático general. En otros casos en la masa cuarzosa se ven restos de pizarras

englobadas en ella. Los hastiales de los filones se ven con frecuencia con superficies y estrías de resbalamiento.

c) *Mineralización y génesis.*—La mineralización cons-

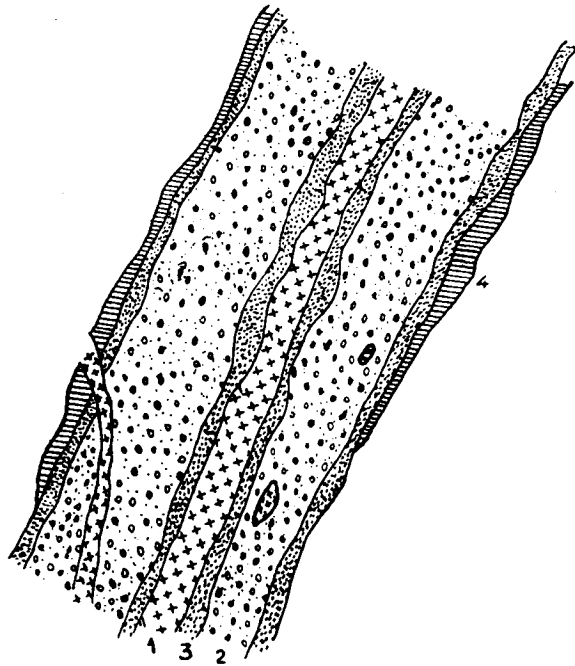


Fig. 5. Estructura zonar del filón mineralizado de Orellana la Vieja (Badajoz). Disposición de las menas: 1, Cuarzo. 2, Blenda. 3, Galena. 4, Pizarras.

ta fundamentalmente de galena, que es argentífera, aunque pobre, y blenda, como menas. Acompañando a estos minerales se hallan: baritina, que se asocia más frecuentemente a la blenda; pirita, calcopirita y óxido de hierro; se trata, pues, de una asociación muy típica de estos yacimientos.

La estructura del filón responde con cierta frecuencia a la siguiente: Fig. 5: Zonamente, la galena ocupa las bandas más externas, y también aparece en otras internas, pero de posición simétrica con relación a otras bandas ocupadas por blenda.

La blenda dispuesta hacia el centro de la masa filoniana se dispone, por tanto, en dos posiciones simétricas.

La disposición de esta mineralización a lo largo de la corrida del filón es irregular y aparece a veces todo el tramo, que se considere mineralizado predominantemente en blenda o galena.

Pero estas mineralizaciones no se limitan a la caja filoniana, sino que suele aparecer, tanto la blenda como la galena, impregnando las pizarras, a veces hasta 50 metros de la posición del filón. La galena en estas impregnaciones se presenta más difundida y la blenda en el seno de las pizarras aparece con núcleos irregulares, pero de superficie continua.

Los filoncillos laterales al filón principal se hallan mineralizados en galena con más constancia, llegando a tener en algunos casos éstas cierta importancia cuando están próximas al filón principal.

La importancia de estas mineralizaciones es realmente grande. Se han encontrado tramos con 35 centímetros de potencia, totalmente constituida por galena, y no es raro que con más frecuencia lleguen a 14 centímetros esta mineralización de cierta continuidad.

El carácter hidrotermal de este yacimiento es muy claro, de baja temperatura, siendo clasificable como mesotermal, a juzgar por la mineralización que en él se encuentra.

En cuanto a su formación, no hay duda de que las rela-

ciones son fallas de tipo local que claramente se observan en el terreno.

Por lo que se refiere al orden de deposición de los minerales, parece más adecuado pensar que simultáneamente haya habido formación de cuarzo, galena y blenda, aunque ésta se haya formado también anteriormente.

La posición que ocupa es similar, en relación con el siluriano, a la que tienen otros yacimientos con caracteres muy parecidos que se encuentran al N. de Castuera, como el denominado de Valdeflórez, y en el borde del amplio manchón cambriano de esta parte de la Serena.

En algún caso este contacto cambriano-siluriano se establece, como en el caso de Castuera, entre las sierras del Pino y del Pozón, con la penillanura al SW., mediante fracturas bien observables que se escalonan, y a las que hay que atribuir, sin duda, un gran papel en la génesis de estos yacimientos.

El yacimiento se conocía desde antiguo, y fué algo explotado a finales del siglo pasado.

VII. RESUMEN

1.º Se estudia en este trabajo los yacimientos de volframio, de Campanario, y de galena y blenda, de Orellana la Vieja (Badajoz), ambos enclavados en la comarca natural de la Serena.

2.º Morfológicamente se aprecia en esta comarca una penillanura de amplio desarrollo; relieves residuales de tipo de monte, isla y las llanuras del valle del Guadiana.

3.º La geología de la comarca está representada por un paleozoico, integrado por granitos en extensos macizos,

el cambriano pizarroso calizo, y el siluriano cuarcítico pizarroso y sedimentos terciarios.

4.º Los materiales paleozoicos están plegados por la orogenia herciniana.

5.º El yacimiento de volframio de Campanario es de contacto con paragénesis sencilla de tipo neumatolítico-hidrotermal. Comparando este yacimiento con otros de Extremadura Central se advierten diferencias en cuanto a la orientación de los filones. En Campanario son de orientación herciniana de NNW. a SSE., rumbo que en muchos puntos de Extremadura son de NE. a SW. Sin embargo, la génesis de unos y otros está ligada con relaciones más o menos estrechas.

6.º El yacimiento de galena y blenda de Orellana la Vieja (Badajoz) corresponde por todos sus caracteres a la serie de ellos que se hallan en la Serena.

7.º En él se ofrece una estructura filoniana zonar, estando en relación con fallas de tipo local, en la que se ha encajado la masa filoniana. Es clasificable como hidrotermal.

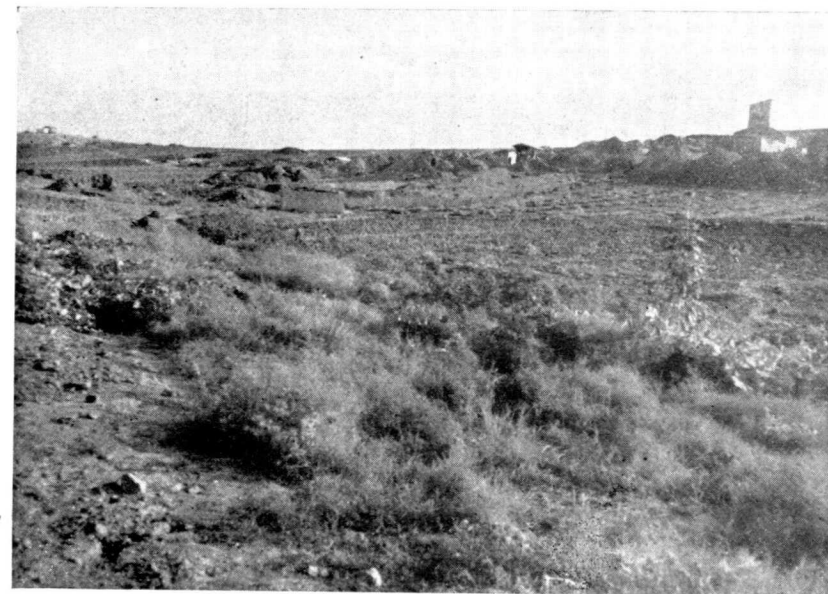
8.º Los granitos que dan origen a este yacimiento no deben quedar muy profundos.

BIBLIOGRAFIA

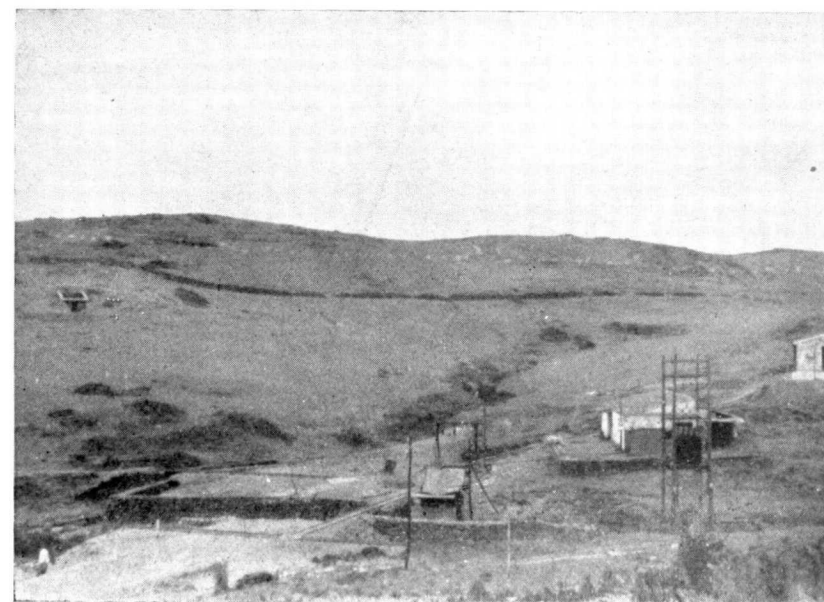
- (1) GONZALO Y TARÍN, J.: Reseña física y geológica de la provincia de Badajoz. «Comm. del Mapa Geológico», t. VI. Madrid, 1879.
- (2) HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: Datos para la Hoja de Villanueva de la Serena. Mapa Geológico a escala 1 : 50.000. Inst. Geol. y Minero de España. Inédito.
- (3) RAGUIN, E.: Geologie des Gîtes Mineraux. «Masson et Cie». París, 1945.
- (4) COTELO NEIVA, J. M.: Jazigos Portugueses de cassiterite e de wolframite. Direcção General de Minas y Servicios Geológicos. Lisboa, 1944.

- (5) TERMIER, P., OWODENKO, B. et AGARD, J.: Les gites d'étain et de tungstens de la région d'Oulmes (Maroc Central). Servicio Geológico de Marruecos. Rabat.
- (6) THADEU, D.: Geologia do Couto Mineiro da Panasqueira. Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, t. XXXII. Lisboa, 1951.
- (7) RAMÍREZ, E.: Una excursión geológica a las minas del Valle de la Serena (Badajoz). «Bol. de la Real Sociedad Española de Historia Natural», t. L, núm. 1, 1952.
- (8) ——— Notas para el estudio de la metalogenia extremeña. Los yacimientos wolframo-estanníferos de la Extremadura Central. NOTAS Y COMUNICACIONES DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, núm. 28. Madrid, 1951.
- (9) ——— Proyecto de investigación y estudio de los yacimientos wolframo-estanníferos de España. NOTAS Y COMUNICACIONES DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, núm. 30. Madrid, 1952.

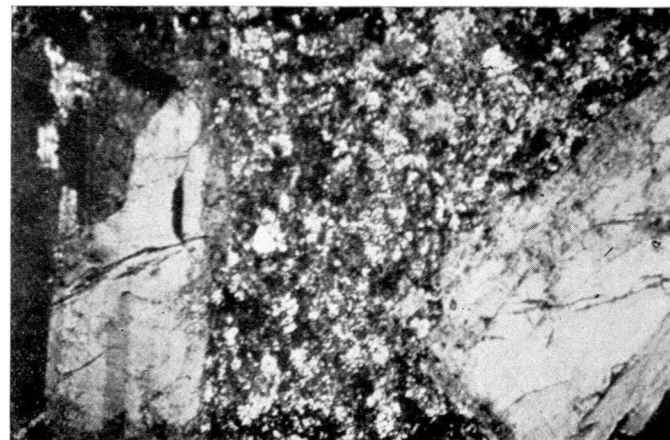
Mayo 1954.



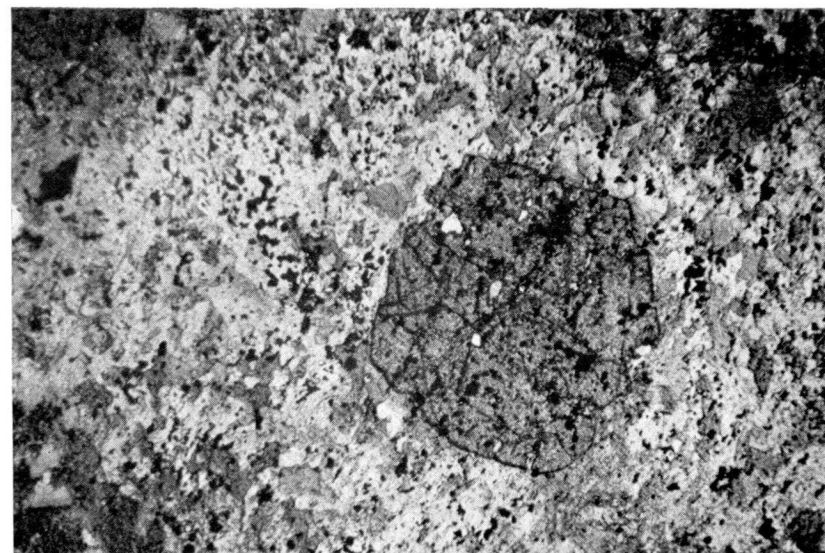
Fot. 1.—Vista de la mina «Rosita» en el paraje de Cañada Honda, Campanario (Badajoz). La casa del ángulo superior izquierdo está en granitos, Escombreras e instalaciones de explotación. (Fot. H. Pacheco).



Fot. 2.—Yacimiento de galena y blenda, mina «Loluca», en Orellana la Vieja (Badajoz), en el paraje del camino de la Barca. Vallonada pizarrosa de erosión con las instalaciones y labores para la exportación. (Fot. E. Ramírez).



Fot. 1.—Pórfido granítico feldespático, mina «Rosita», Campanario (Badajoz). Nicóles cruzados. Se distinguen bien los grandes cristales de ortosas y plagioclasa y en tamaño más pequeño los de cuarzo. (Fot. I. Roso de Luna).



Fot. 2.—Anfibolita con granate (melanito) y biotita. Microfotografía con luz natural. Mina «Rosita», Campanario (Badajoz). (Fot. I. Roso de Luna).



Estudio geológico del borde meridional de la Sierra de
Guadarrama entre Torrelodones y Valdemorillo

P O R

J. M.^a FÚSTER Y F. DE PEDRO

J. M.^a FÚSTER y F. DE PEDRO

ESTUDIO GEOLOGICO DEL BORDE MERIDIONAL DE LA SIERRA DE GUADARRAMA ENTRE TORRELODONES Y VALDEMORILLO

I. INTRODUCCION

Los datos en que se apoya este trabajo han sido reunidos por los autores en diversas campañas geológicas realizadas, en su mayor parte, durante los meses de primavera y verano de 1953; estas campañas forman parte de un plan de conjunto que realizan los miembros del Instituto «Lucas Mallada», cuyos objetivos fundamentales son:

1. Determinación de las relaciones entre las masas graníticas y metamórficas del Sistema Central Español.
2. Fijación de las características fundamentales de los tipos rocosos.
3. Delimitación de las distintas formaciones con vistas a la confección de planos geológicos detallados de las zonas graníticas y metamórficas de la Sierra de Guadarrama.

En este trabajo estudiamos el borde S. del complejo granítico-gneísico de España Central en la zona comprendida entre Torrelodones y Valdemorillo (provincia de Madrid). El plano geológico y los datos a que haremos referencia corresponden a un rectángulo limitado por las coordenadas Lambert números 654 y 664 en el eje Y y las 567

y 581 en el eje X, que queda incluido en su mayor parte en la hoja número 533 del Plano Nacional a escala 1-50.000 (San Lorenzo) y que penetra en su borde S. en la hoja número 558 (Villaviciosa de Odón), editada ya por el Instituto Geológico y Minero (9). Su extensión superficial corresponde a unos 154 Km.²; es decir, algo más de la cuarta parte de una hoja del Mapa Nacional.

Manifestamos nuestro agradecimiento al profesor M. San Miguel de la Cámara, director de nuestro Instituto, tanto por las facilidades proporcionadas para la realización de este trabajo como por las valiosas orientaciones que durante su desarrollo nos ha prestado, y a los profesores F. Hernández-Pacheco y C. Vidal Box, profundos conocedores de los problemas guadarrameños, por la lectura crítica del capítulo dedicado a morfología y tectónica.

II. LAS FORMACIONES GEOLOGICAS Y SUS LIMITES

Dentro de la zona estudiada existen tres tipos de formaciones geológicas perfectamente definidas, con caracteres litológicos y estratigráficos muy diferentes: la formación granítica, las formaciones típicamente metamórficas adosadas al granito en su borde S. y los materiales sedimentarios detríticos que se concretan en el ángulo SE. (Véase fig. 1). La primera se extiende por el N. y por el O. del rectángulo estudiado y representa un trozo reducido de la gran masa granítica de dimensiones batolíticas que cubre gran parte del Guadarrama. Las formaciones metamórficas marginales representan escamas aisladas dentro del granito, testigos quizá de formaciones metamórficas más extensas hoy recubiertas por los terrenos sedimentarios. Es-

tos últimos son la avanzada de la meseta del norte de Castilla la Nueva y, si se exceptúa el pequeño asomo del cretácico marino (que se inicia en el borde sur de nuestra zona a la salida del río Aulencia), están formados por materiales detríticos del terciario superior, entre los que se han excavado cauces por la red fluvial cuaternaria que son asiento de sedimentos muy someros y recientes.

A) LÍMITES ENTRE LOS MATERIALES GRANÍTICOS Y METAMÓRFICOS.

Las zonas gneísicas incluidas en el borde meridional del granito forman tres manchas independientes de extensión reducida. Una de ellas, que llamaremos «del Canal del Guadarrama», tiene forma triangular y se adosa al granito según una línea quebrada que se extiende, con dirección general NNE.-SSO., desde las proximidades de la casa de la Sierra hasta las casas del Canal, prácticamente tangente a las curvas más pronunciadas del primer tramo de la antigua conducción hidráulica. Su extensión superficial, muy reducida, no sobrepasa los 0,5 Km.². Este asomo metamórfico, que fué mencionado ya por C. del Prado (15), fué representado en los planos geológicos del siglo pasado, pero como recordó L. Fernández Navarro (7) en 1928, desapareció de las ediciones más modernas, quizá por su pequeñez.

La segunda zona metamórfica, también muy reducida en extensión, está cruzada por el arroyo Rosequillo y por el camino de Galapagar a Villanueva del Pardillo. Tiene forma lenticular y no sobrepasa los 2.500 m. de longitud por 500 m. de anchura máxima; se extiende con dirección NE.-SO., desde las proximidades del cruce del arroyo Vinatea, con el límite de los terrenos cristalinos, hasta las fal-

das meridionales del cerro del Madroñal. Su borde NO. con el granito describe una curva suave y tendida independiente por completo de las desigualdades topográficas.

A continuación del asomo gneísico anterior, y separado de él solamente por una apófisis recortada de granito de unos 100 m. de anchura en el límite con el terreno detrítico se extiende el tercer manchón metamórfico, de dimensiones mayores, pues se prolonga por fuera de nuestro plano con la misma forma y orientación NE.-SO. hasta el cruce del límite del país cristalino con el río Perales. Tiene esta masa gneísica una longitud total aproximada de 15 Km. y una anchura de 2,5 Km. en su parte más ensanchada. El límite entre el gneis y el granito puede considerarse como una línea quebrada resultante de dos direcciones conjugadas: tramos dominantes, groseramente rectilíneos, paralelos a la dirección del límite de todo el país cristalino, y tramos de dirección ONO.-ESE. aproximadamente normales a los anteriores, como en la falda septentrional del Madroñal y en la margen derecha del río Aulencia. Después de cruzar este cauce unos metros por bajo de la actual presa hidráulica, sigue siempre con dirección general NE.-SO. y cruza a la carretera de Brunete a El Escorial en el kilómetro 35,700 (13,400 de la antigua numeración), y se prolonga, por bajo del cerro de Santa Ana, hacia las márgenes del Perales en la hoja de Villaviciosa de Odón, descrita por A. Gálvez Cañero y L. Jordana Soler (9).

B) LÍMITE DEL PAÍS CRISTALINO.

La separación entre el complejo granítico-gneísico y los sedimentos sueltos del terciario superior es de una simplicidad extraordinaria; puede esquematizarse como una línea

recta que con dirección N.-45°-E. parte desde las proximidades de Torrelozanes hasta las cercanías de la salida del Aulencia por el borde S. de nuestro plano. Cruza esta línea a la carretera Madrid-Villalba por el kilómetro 24,4, al ferrocarril en el kilómetro 27,500, al río Guadarrama al pie de la presa derruida del Canal del Guadarrama, a la carretera Madrid-El Escorial en el kilómetro 11 (Km. 11,350 de la numeración antigua), al río Aulencia unos metros aguas abajo del antiguo Molino de Marcos y a la carretera de Brunete a El Escorial entre los kilómetros 10 y 11 de la numeración antigua.

Solamente en su extremo septentrional esta línea interrumpe su regularidad de dirección; entre el cauce del Guadarrama y el ferrocarril Madrid-Villalba el país cristalino avanza en forma de espigón achatado dentro del terreno sedimentario en una profundidad superior a un kilómetro; como más adelante veremos, este saliente meridional del complejo granítico-gneísico tiene un origen tectónico que viene a comprobar una vez más el carácter de fractura del límite sur de la Sierra de Guadarrama.

III. MORFOLOGIA Y TECTÓNICA DE LA REGION

Las zonas elevadas del bloque del Guadarrama, rígido desde la orogenia hercínica, forman uno de los ejes del gran cratógeno de España Central, del que se descende a favor de fracturas escalonadas hasta un zócalo cristalino marginal que se enlaza morfológicamente con las mesetas terciarias de las dos Castillas.

La zona que nosotros estudiamos está enclavada precisamente dentro del zócalo cristalino, del que surgen vio-

lentamente más hacia el N. las elevaciones montañosas de la región de El Escorial.

El borde meridional de este zócalo, que cruza en diagonal nuestro plano, ha sido considerado desde hace tiempo como el labio levantado de una gigantesca fractura que rompió al país cristalino y su cobertera marginal cretácica en dos grandes unidades; una de ellas, la inferior, quedó hundida y después recubierta por un potente manto de sedimentos continentales durante el terciario.

Los trabajos de J. Carandell (2), F. Hernández-Pacheco (12), C. Vidal Box (20), J. E. Schwenzner (18), P. Birrot (1) y otros han demostrado indiscutiblemente la existencia e importancia de este accidente tectónico, que podría reconocerse desde Torrelaguna hasta la zona de Oropesa, siguiendo el límite de la formación cristalina. Su longitud total sería, según C. Vidal Box, de más de 200 kilómetros, y su salto, a juzgar por los sondeos geofísicos de J. García Siñeriz (10) (11), superior a los 1.000 m.

Esta fractura reciente, pues para algunos (18) se originó durante el plioceno, pero que puede haber actuado desde épocas más antiguas, se marca en el terreno por un desnivel importante, que en la región estudiada alcanza casi los 200 m.; al norte de este escalón se extiende una plataforma de arrasamiento sobre los materiales graníticos y al sur una llanura de erosión fluvial más reciente, labrada en los materiales más sueltos del terciario, que anteriormente estuvieron en continuación morfológica completa con la plataforma de arrasamiento. Por la erosión fluvial se ha puesto al descubierto el antiguo labio levantado de la falla, con más intensidad naturalmente en las zonas próximas al cauce de los ríos. Quedan, sin embargo, trozos de divisorias en los que se ha respetado a grandes rasgos el nivel pri-

mitivo y entonces el ascenso desde la llanura terciaria al zócalo granítico se efectúa insensiblemente por una suave rampa; éste es el caso de la zona inmediatamente al E. del río Guadarrama, que ha sido aprovechada como acceso natural de la planicie madrileña hacia el Norte.

El estudio más detallado del tramo de fractura incluido en la región de Torreldones-Valdemorillo nos ha permitido añadir algunas nuevas observaciones a lo anteriormente establecido.

Hemos comprobado que el carácter rectilíneo del contacto se mantiene durante todo su recorrido en términos generales; pero, sin embargo, queda modificado por pequeñas inflexiones que coinciden con los cauces fluviales; estos entrantes hacia el país cristalino son claramente perceptibles en los ríos Guadarrama y Aulencia, que han fraguado por su mayor caudal cauces profundos al pasar de los materiales graníticos y gneísicos, respectivamente, a los terrenos más sueltos del terciario. Aunque con menos intensidad, puede apreciarse este fenómeno de retroceso del límite del macizo en su proyección plana, frente a todos los pequeños afluentes de los ríos anteriores, con tanta mayor intensidad cuanto mayor es su poder erosivo.

Esta disposición de detalle del límite parece demostrar que la falla meridional de la Sierra de Guadarrama, al menos en esta región, es un contacto inverso con un plano de falla sumergido hacia el NO. de 70° a 80°, aproximadamente.

Al E. del río Guadarrama, como antes hemos indicado, se rompe la monotonía del contacto. Entre este cauce y el ferrocarril de Madrid a Villalba avanza el país cristalino con respecto al frente anterior, adentrándose entre los materiales sedimentarios. Esta desviación local del límite coin-

cide, por otra parte, con un cambio de la dirección fundamental de las roturas internas del macizo, mientras que entre los ríos Guadarrama y Aulencia los filones de cuarzo tienen constantemente direcciones privilegiadas de desarrollo, sensiblemente paralelas a la dirección del contacto en esta zona; al E. del río Guadarrama, los filones y fracturas locales se desarrollan según direcciones N.-S., tanto en las inmediaciones del cauce como en las zonas situadas más al norte de Torreldones, que quedan fuera del plano.

Además, coincidiendo con este cambio de la orientación de roturas, puede comprobarse que la intensidad de los fenómenos cataclásticos en el granito de esta zona más oriental del contacto es extraordinariamente mayor que en el resto del límite, donde ya de por sí es elevada. En la boca O. del túnel del Ferrocarril, cercano a Torreldones, y en el cerro de Cuesta Blanca, el granito está totalmente triturado y afectado por los fenómenos de metasomatismo y mineralización subsiguiente que le han transformado en una roca clorítica y moscovítica muy friable, en la que son perceptibles con frecuencia los espejos de falla.

Todos estos datos indican que, en las inmediaciones del actual cauce del Guadarrama, existe una zona de fractura importante con dirección general entre N.-S. y NO.-SE., que separa en el zócalo cristalino dos bloques de distinto carácter tectónico: uno, que denominaremos "de Colmenarejo", en el que las direcciones dominantes de fractura se han orientado según el rumbo NNS.-SSO.; otro, el bloque "de Torreldones", donde las fracturas que han condicionado su estructura tienen direcciones que coinciden con la N.-S. o NNO.-SSE. El límite entre estos dos bloques estaría marcado por el río Guadarrama en el tramo final de su recorrido a través del país granítico.

El bloque de Colmenarejo, que ocupa el centro del plano, pudiera tener su límite occidental en el cauce del Aulencia, pues cruzado este río los diques de cuarzo se inflexionan hasta adquirir direcciones más cercanas a la E.-O. Esto nos hace sospechar que los cauces de los ríos surguadarrameños pudieran estar impuestos en gran parte por un régimen de fracturas meridianas que tendría así una importancia decisiva en la arquitectura de la Cordillera. Recordamos en este sentido que, según J. E. Schwenzner (18), esta dirección tectónica, aunque de menor importancia que el sistema NE.-SO., ha fragmentado con gran intensidad amplias zonas del Sistema Central Español; precisamente, en su mapa morfológico marca una línea tectónica supuesta a lo largo del Guadarrama, entre Villalba y Torreldones, hipótesis que viene a ser confirmada por nuestros datos.

La zona más saliente del país cristalino, situada al E. del Guadarrama, coincide con una banda de elevaciones transversales de la Sierra, que desde Torreldones se prolonga hacia el N. a través de los cerros de El Estepar y Cabeza Mediana hasta enlazarse con la cadena fundamental de la Cordillera. Es una zona de relieves envejecidos, solamente violentos allí donde las fracturas verticales N.-S. o NO.-SE. lajean al granito hasta darle el aspecto de una roca estratocristalina. El arrasamiento del zócalo marginal, tan perceptible en las llanuras de Colmenarejo y El Escorial, no pudo completarse en este espolón previamente elevado, que se prolonga perdiendo elevación hasta el mismo borde del país cristalino, rompiendo la dirección general del contacto inmediatamente al E. del río Guadarrama.

Lo que consideramos aún más interesante es que este espigón cristalino, levantado antes de que la falla meridio-

nal que hoy marca el contacto hubiera producido el desnivel actual, se prolonga por debajo de la cobertera detrítica del terciario formando una cresta que fragmenta en sentido meridiano la cubeta de hundimiento. En efecto, según las investigaciones geofísicas realizadas en el N. de la provincia de Madrid por J. García Siférez (10) (11), existe una cuenca cerrada de hundimiento, cuya profundidad máxima estaría situada a lo largo de un eje NE.-SO. que por bajo de la Sierra cruzaría el recinto de El Pardo. Los bordes más levantados de dicha cuenca, a juzgar por la disposición de las líneas isógamas, serían paralelos a la dirección de la Sierra en la zona de Colmenar Viejo, pero se inflexionarían hacia el Sur, precisamente a la altura de Torreldones. Al O. de esta zona comienza a dibujarse otra cuenca ovalada, simétrica de la anterior con respecto al eje de Torreldones-Las Rozas, que tiene dirección NNO.-SSE. (fig. 2). Este eje de elevaciones subterciarias está en alineación con el saliente del país cristalino y la cadena degradada transversal que sigue hacia el N. y NO. Hecemos notar igualmente a este respecto que en el plano de isanómalas Bouguer, confeccionado recientemente por L. Lozano (*) para las provincias de Madrid, Avila y Segovia, existe una inflexión en las curvas a lo largo del eje Torreldones-Las Rozas que indica una zona de anomalías negativas menores que en las regiones inmediatamente situadas al E. y O.

De todos estos datos podemos recapitular:

1.º Existe una zona elevada, transversal a la Sierra de Guadarrama, que desde el macizo principal, y con direc-

(*) Consultado antes de su publicación, gracias a la amabilidad de su autor.

ciones N.-S. y NO.-SE., termina en el frente tectónico meridional a la altura de Torreldones.

2.º Esta zona de elevaciones se marca a su llegada al contacto por un saliente relativamente importante debido a la posición inversa del frente de falla.

3.º Las investigaciones geofísicas indican que la zona de elevaciones del país cristalino se prolonga por debajo de la fosa de hundimiento del Norte de Castilla con direcciones análogas.

Este último resultado indica, según nuestra opinión, que la banda cristalina transversal es anterior al hundimiento de la fosa, según la línea tectónica meridional NE.-SO., pues de otra manera habría de encontrarse en su segmento descubierto del espolón una altitud considerable; por el contrario, en esta zona está representado por relieves no muy importantes y muy evolucionados que marcan la divisoria actual entre los ríos Guadarrama y Manzanares.

Como hemos indicado anteriormente, existe en esta zona levantada un cambio de la dirección tectónica con respecto al bloque de Colmenarejo y una serie de fracturas importantes que con direcciones comprendidas entre N.-S. y NO.-SE. han sido aprovechadas en parte por el tramo del río Guadarrama. Nos parece lógico asociar estos dos datos y deducir que el levantamiento del bloque transversal de Torreldones es consecuencia de esta serie de fracturas.

En la Sierra de Guadarrama, al menos en este tramo meridional que hemos estudiado, podrían reconocerse, por tanto, dos fases en su historia tectónica: una primera, en la que tuvieron extraordinaria importancia las fracturas meridianas que levantaron bloques transversales a la dirección actual de las alineaciones. Otra posterior en la que la direc-

ción tectónica fundamental fué la NE.-SO., que ha condicionado los rasgos fundamentales de su arquitectura actual y el hundimiento del país cristalino bajo la llanura terciaria.

IV. PETROGRAFIA

En este capítulo trataremos someramente de las características generales de los distintos tipos rocosos, pues esta faceta del estudio será objeto de trabajos más detallados, que se están efectuando por los miembros del Instituto «Lucas Mallada». Describiremos sucesivamente las rocas características de cada formación.

A) LOS GRANITOS.

El tipo más frecuente de granito en esta zona es una variedad calcoalcalina que puede considerarse en muchos aspectos como un término de tránsito hacia las granodioritas. La proporción de plagioclasa, en general muy zonada, es elevada, casi siempre superior a la del feldespato alcalino, que en la mayor parte de los casos es ortosa. Hay también, sobre todo en las proximidades del contacto con los gneis, granitos en los que la microclina peritítica reemplaza a la ortosa, y entonces la proporción de plagioclasa es bastante más reducida que en el caso anterior.

El mineral ferromagnésico es, como en casi todos los granitos de la Sierra, una biotita muy ferrífera, en la que abundan inclusiones de zircón y de apatito.

En el terreno pueden diferenciarse estructuralmente dos variedades fundamentales: un granito de grano grueso, de fractura muy irregular y pobre en biotita, y otro de grano

medio, de fractura más neta y de mayor basicidad. En el primer tipo existe una proporción muy reducida o nula de «gabarros», mientras que en el segundo se encuentran estas inclusiones con mucha frecuencia.

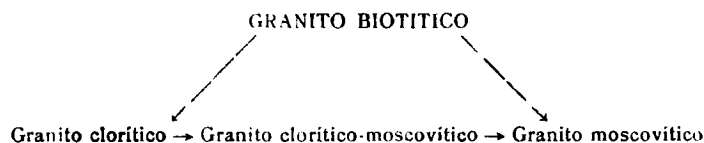
El granito biotítico presenta una serie de modificaciones mineralógicas a medida que su proximidad al contacto es mayor. La biotita experimenta una transformación gradual hacia un mineral clorítico del tipo de la pennina, con birrefringencia negativa o casi isotropa, pero esta transformación no puede achacarse a un simple proceso de meteorización, ya que entre los productos que sustituyen a la biotita se encuentra, además de la ortosa bien cristalizada (*), un mineral del grupo de la zoisita que no puede proceder, si se tiene en cuenta su composición, del mineral micáceo. Este proceso de cloritización debe ser considerado como un fenómeno metasomático en el que posiblemente han existido aportes.

La segunda fase de la transformación de la biotita es su sustitución por moscovita, mineral que crece en la mayor parte de los casos a expensas de la clorita previamente formada, pero que también en ocasiones puede sustituir directamente al primer mineral; este segundo paso de transformación es evidentemente otro fenómeno metasomático, en el que existen pérdidas de Fe y Mg y aportes considerables de Al y K.

Al tiempo que se realizan estas transformaciones metasomáticas en el granito biotítico, que son tanto más intensas, como hemos indicado, cuanto mayor es su proximidad

(*) La transformación biotita = clorita + ortosa en los granitos del Guadarrama será objeto de un trabajo de F. CHAVES, del Geophysical Laboratory, de Washington, que aparecerá en breve en el *Journal of Geology*.

a la fractura meridional, se pueden observar igualmente en los feldespatos cambios importantes; el primer paso está representado por una alteración selectiva de ciertas zonas de las plagioclasas zonales y una sericitización bastante intensa del feldespato alcalino; si el proceso aumenta en intensidad, todos los feldespatos quedan casi totalmente reemplazados por moscovita cristalizada en láminas, a veces de gran tamaño; los pasos sucesivos de transformación de un granito serían los siguientes:



Las causas de estas transformaciones mineralógicas claramente perceptibles en la banda marginal podrían achacarse a dos procesos diferentes: 1.º El metasomatismo sería un fenómeno de contacto entre el granito y los gneís. 2.º El metasomatismo se produciría a consecuencia de la fracturación y cataclasis del borde del macizo. Nos inclinamos decididamente por la segunda posibilidad, apoyados por los siguientes hechos:

a) Los fenómenos metasomáticos coinciden siempre con las zonas de fracturación intensa, ya esté la fractura cercana a la zona metamórfica o alejada muchos kilómetros de ella.

b) Las rocas metamórficas, cuya composición mineralógica es muy análoga a la de los granitos, experimentan los mismos procesos metasomáticos que ellos en las zonas de fractura.

Creemos, por ello, que este metasomatismo es un fenó-

meno muy posterior a la formación de los dos conjuntos cristalinos y contemporáneo de la fracturación, según las direcciones fundamentales del mismo.

A los mismos procesos metasomáticos son achacables las mineralizaciones que afectan a los granitos y en menos extensión a los gneís en las zonas más fracturadas; la más extensa e importante es la del S. de Colmenarejo, en la zona cruzada por el arroyo Rosequillo, donde se han explotado durante algún tiempo minerales de cobre impregnados en las rocas cataclásticas, muy ricos en clorita, procedentes de la completa alteración hidrotermal de los granitos. En toda esta zona pueden encontrarse granitos en los que existe azurita y malaquita entre las diaclasas y planos de fractura, procedentes de la carbonatación de la calcopirita y otros sulfuros que son los minerales primarios del yacimiento. Los síntomas de mineralización también son perceptibles en la antigua Mina del Capitán, situada al Este de Valdemorillo, cerca del contacto con los gneís, en las rocas metamórficas del SO. del Madroñal, y, en general, en todas las zonas que flanquean el borde Sur del macizo a lo largo de las fracturas; son conocidas desde hace tiempo las molibdenitas de Torrelodones y los minerales radiactivos citados por varios autores (4) (6) (13).

B) LAS ROCAS METAMÓRFICAS.

Los materiales que forman las pequeñas manchas metamórficas del borde Sur del macizo son muy semejantes en las tres zonas reconocidas; existen, sin embargo, diferencias notables entre unas y otras, causadas por su disposición estructural o por las variaciones en la intensidad con que han sufrido los fenómenos metasomáticos, que también afectaron al granito.

En la mancha del Canal del Guadarrama los gneis tienen disposición isoclinal, con direcciones constantes, según el rumbo N.-20°-E., e inclinaciones elevadas hacia el ESE., por término medio superiores a los 75°.

En la pequeña mancha lenticular que cruza el arroyo Rosequillo los gneis están ya más plegados y adoptan posiciones e inclinaciones variables; estas últimas son siempre elevadas.

La designación de retorcidos puede aplicarse muy bien a los gneis de la mancha situada al SE. de Valdemorillo, pues en ellos no puede reconocerse ni inclinación ni dirección general bien definida.

Macroscópicamente, las rocas de estas tres formaciones pueden clasificarse en dos variedades fundamentales: gneis glandulares de aspecto ordinario, con planos de pizarrosidad bien definidos, y gneis migmatíticos embrechíticos, en general más o menos afectados por los pliegues ptygmáticos.

Por sus caracteres mineralógicos clasificamos a todas estas rocas dentro de la facies de las anfibolitas de P. Eskola, en la subfacies de metamorfismo regional «estaurolita-distena». Los minerales fundamentales son: biotita, silimanita, moscovita, ortosa, cuarzo y plagioclasa ácida; entre los minerales accesorios, los más frecuentes son: rutilo, zircón y túrmalina.

Los procesos metasomáticos consecuentes a los de fracturación han producido en estos gneis biotítico-silimaníticos un metamorfismo regresivo; el resultado es la sustitución de la biotita, total o parcialmente, por clorita, y, finalmente, por moscovita, al tiempo que los feldespatos alcalinos son también sustituidos por sericita y sausruta. Resultan así micacitas clorítico-sericíticas, con o sin silimanita

y rocas de transición, que deben clasificarse entre las facies de metamorfismo regional menos intenso, especialmente dentro de la de las pizarras verdes. Son los equivalentes de los granitos clorítico-moscovíticos anteriormente descritos.

La gran proporción de minerales aluminicos de las rocas metamórficas originarias y la existencia frecuente entre ellos de silimanita demuestran, sin duda alguna, el carácter sedimentario arcilloso de las rocas madres.

Dentro de estos gneis aparecen con extraordinaria frecuencia masas lentiformes o irregulares de cuarzo, claramente separadas del resto de la roca por un «frente básico» en el que se encuentra biotita en elevada proporción; interpretamos estas formaciones cuarzosas, que a veces tienen aspecto filoniano, como debidas a un proceso de diferenciación metamórfica típico (5) (16) (19), simultáneo a la formación de los gneis, e independiente, por tanto, de las formaciones de cuarzo filoniano, que más adelante describiremos. También son frecuentes entre las masas de gneis, formaciones pegmatítico-aplíticas complejas; forman unas veces capas concordantes de estructura granuda entre las rocas más metamórficas, y en ocasiones masas groseramente tabulares de no mucha potencia, completamente discordantes con las estructuras metamórficas. Son aplitas y pegmatitas bastante puras, con restos de biotita y moscovita abundante. Suponemos también que estas rocas son sincrónicas a la formación metamórfica y que se pueden haber originado con la concurrencia de fenómenos de diferenciación y metasomatismo intenso.

C) ROCAS FILONIANAS COMUNES A LAS FORMACIONES GRANÍTICA Y GNEÍSICA.

Aparte de las rocas cuarzosas, aplíticas y pegmatíticas que afectan a los gneis, y que se han producido como secuela de las reacciones metamórficas, pueden diferenciarse sobre el terreno típicas formaciones filonianas que atraviesan indistintamente a éstas últimas rocas y al granito, formadas con posterioridad a la estabilización definitiva del conjunto; son filones siempre discordantes, con los bordes netos y bien definidos, que pueden seguirse en superficie durante distancias a veces considerables.

Los más frecuentes, probablemente contemporáneos a la fracturación reciente del macizo de la Sierra del Guadarrama, son los filones cuarzosos que en algunas zonas, como la del S. de Colmenarejo, forman verdaderos enjambres de diques. Por estar asociados constantemente a los fenómenos de cataclasis y ser concordantes con las direcciones tectónicas fundamentales de los bloques en que se asientan, parecen haberse producido a consecuencia de depósitos hidrotermales en épocas distanciadas de la formación de las rocas cristalinas en que se encajan. Los filones de cuarzo pasan a veces, sin cambio de dirección, desde el granito al gneis, pero en esta última roca son menos frecuentes, quizás por la mayor plasticidad de las rocas metamórficas frente a los agentes mecánicos.

En importancia y frecuencia siguen los pórfidos cuarcíferos, no tan abundantes como en otras zonas de España Central; son rocas de color gris oscuro o pardo, y en ellas destacan grandes fenocristales idiomorfos y maclados de ortosa; los contactos de estos pórfidos cuarcíferos con el

granito o el gneis encajante son siempre tajantes y están señalados por un borde afanítico desvitrificado que acredita su origen magmático (8). Las direcciones de los diques de pórfido cuarcífero, aunque variables, suelen tender con frecuencia hacia los rumbos NO.-SE. y ONO.-ESE.; deben haberse producido antes de la fracturación final del macizo y después de la formación de los gneis y de los granitos encajantes.

También son frecuentes los filones aplíticos intercalados entre el granito; tienen bordes netos y paralelos y engloban con frecuencia en su masa fragmentos angulosos del granito encajante (figs. 11 y 12); en contacto con el granito, la aplita se hace microcristalina y afanítica; creemos también que estos filones aplíticos son de origen magmático.

D) LOS SEDIMENTOS RECIENTES.

Todo el ángulo SE. del plano está cubierto por una potente masa de sedimentos horizontales terciarios que rellenan la cubeta de hundimiento del N. de Castilla la Nueva. Son materiales detríticos, fundamentalmente arenosos, procedentes de la erosión y destrucción química de las rocas cristalinas de la Sierra de Guadarrama. En el borde con el frente de falla, especialmente donde la erosión de la red actual no ha disecado totalmente el frente de fractura, puede reconocerse una facies marginal de gruesos elementos en la que abundan los grandes bloques de granito, a veces de varias toneladas de peso; esta facies marginal se ha estudiado por varios autores (3) (17) (20), y las opiniones sobre su edad y origen no parecen del todo concordantes.

Para algunos su edad sería pliocena, mientras que según

otros podría haberse formado durante el Cuaternario. Nosotros hemos encontrado restos de esta facies marginal a la salida del río Aulencia del bloque metamórfico, donde está constituida, como en los demás sitios en que se ha reconocido, por grandes cantos de granito. Son, por tanto, bloques arrastrados y no procedentes de una desagregación *in situ*, ya que en este caso deberían ser exclusivamente de gneis; nos parece igualmente problemático admitir que la red cuaternaria haya podido arrastrar estas grandes masas rocosas desde regiones situadas varios kilómetros al Norte.

V. EL CONTACTO GRANITO-GNEIS

En las zonas de contacto entre los granitos y rocas metamórficas asociadas a ellos se han buscado siempre los datos en que puedan basarse las hipótesis sobre el origen magmático o no magmático de las primeras rocas. Nosotros no intentaremos siquiera en este trabajo abordar un tema de alcances y amplitud tan extraordinarios, y nos limitaremos exclusivamente a describir los fenómenos de contacto que hemos observado en esta pequeña parcela del Sistema Central Español. Este aspecto petrogenético del estudio será tratado con mayor profusión de datos y argumentos en trabajos sucesivos, donde se hará el estudio comparativo de los datos reunidos en esta y otras localidades de la Sierra de Guadarrama.

Dos son los caracteres más sobresalientes de estos contactos:

1.º *Transición brusca de unas rocas a otras.*—En efecto, desde el granito hasta llegar al gneis no se observa ninguna transición gradual, ni aun reducida a la escala centimétrica. El granito que está en las inmediaciones con los

gneis tiene los mismos caracteres que el situado a muchos kilómetros de las rocas metamórficas, si se exceptúan las alteraciones metasomáticas, debidas a la fracturación posterior. El gneis, que está en inmediato contacto con el granito, tiene disposición análoga y caracteres microscópicos idénticos que el alejado de la banda marginal. No se pueden, por tanto, reconocer ni fenómenos de metamorfismo de contacto apreciables ni facies intermedias entre ambas rocas. El contacto, en las zonas que están al descubierto, puede seguirse sobre el terreno hasta con la punta de un lapicero.

2.º *Existencia de inclusiones de gneis en el granito.*—

En el granito que está en contacto inmediato con el gneis, y a veces en zonas alejadas varios centenares de metros de la línea de separación, hemos encontrado frecuentemente «enclaves» de gneis completamente aislados de la masa principal. Estos enclaves son perfectamente visibles en las zonas marginales de la mancha de Valdemorillo, donde las canteras frecuentes permiten estudiar con claridad estos interesantes fenómenos.

Los enclaves tienen formas diversas e irregulares y varían en tamaño desde unos pocos centímetros hasta varios metros de dimensión media. Están orientados al azar, pues sus planos de pizarrosidad, aun en enclaves muy próximos (unos decímetros entre uno y otro), están en las posiciones más diversas. No hemos observado ni en los gneis ni en el granito que los rodea ningún fenómeno que pueda achacarse a una fracturación previa de la masa metamórfica.

Estos gneis, que tienen los mismos caracteres mineralógicos generales que los de la mancha metamórfica fundamental, sufren una evolución general (14) que a grandes rasgos puede esquematizarse en los siguientes términos:

1.º Pérdida gradual de la estructura y textura clásica

de la roca metamórfica, sin que desaparezca la forma del enclave primitivo.

2.º Desorientación de los minerales micáceos para originar una roca, unas veces de grano grueso y otras de grano fino, por lo general rica en biotita, que aisladamente puede considerarse como un granito más básico que el que rodea al enclave.

3.º Concentración y «contracción» del conjunto del enclave para originar una masa redondeada muy rica en biotita y con abundante plagioclasa, de caracteres externos y microscópicos análogos a los de los gabarros, tan frecuentes en muchas zonas de la Sierra de Guadarrama.

Creemos que en estos enclaves y en su evolución está la clave que podrá resolver, por un lado, el origen de las inclusiones básicas de los granitos, y por otro, el mecanismo de formación de las rocas encajantes.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BIROT, P.: *Sur la morphologie de la Sierra Guadarrama occidentale*. «Ann. Géog.», núm. 259, 1937.
- (2) CARANDELL, J.: *Influencia de las diaclasas en la morfología de la Sierra del Guadarrama*. «Conf. Res. Cient. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. III, 1928.
- (3) ——— *Nota acerca del cuaternario de Torrelodones*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. XXVIII.
- (4) CARBONELL, A.: *El radio. Sus yacimientos en España (Valdemorillo)*. «Minería y Metalurgia», t. III, 1941.
- (5) ESKOLA, P.: *On the principles of metamorphic differentiation*. «Bull. comm. géol. Finland.», núm. 97, 1932.
- (6) FERNÁNDEZ NAVARRO, L.: *Molibdenita en Torrelodones*. «Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. XVI, 1916.
- (7) ——— Comunicación en el «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», tomo XXVII, 1928.
- (8) FÚSTER, J. M., e IBARROLA, E.: *Rocas de España central. IV: Pórfidos y lamprófidos magmáticos de La Granja (Segovia)*. «Est. Geol.», núm. 18.

- (9) GÁLVEZ-CAÑERO ALZOLA, A., y JORDANA SOLER, L.: *Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja núm. 558, Villaviciosa de Odón*. Madrid, 1941.
- (10) GARCÍA SENERIZ, J.: *La interpretación geológica de las mediciones geofísicas aplicadas a la prospección*. «Mem. Inst. Geol. Min. Esp.», Madrid, 1933.
- (11) ——— *La interpretación geológica de las mediciones geofísicas aplicadas a la prospección*, t. II. Madrid, 1941.
- (12) HERNÁNDEZ PACHECO, F.: *Estudio geográfico de las obras del Canal de Isabel II*. «Mem. Canal Isabel II». Madrid, 1928.
- (13) MUÑOZ DEL CASTILLO, J.: *Minerales radiactivos de Colmenar Viejo y Torrelodones*. «An. Soc. Esp. Fis. Quim.», año II, 1904.
- (14) PEDRO HERRERA, F. DE: *Elementos menores e isótopos en petrogenesis*. «Cursillos y Conferencias del Instituto Lucas Mallada», fascículo I, 1954.
- (15) PRADO, C. DEL: *Descripción física y geológica de la provincia de Madrid y mapa geológico*. Junta Superior de Estadística, Madrid, 1864.
- (16) RAMBERG, H.: *The origin of metamorphic and metasomatic rocks*. Chicago, 1952.
- (17) ROYO Y GÓMEZ, J.: *Sobre los aluviones de Torrelodones (Madrid)*. «Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. XXVIII, 1928.
- (18) SCHWENZNER, J. E.: *Zur Morphologie des Zentralspanischen Hochlandes*. Stuttgart, 1936.
- (19) TURNER, F. J.: *Mineralogical and structural evolution of the metamorphic rocks*. «Mem. Geol. Soc. Am.», t. XXX, 1948.
- (20) VIDAL BOX, C.: *La línea morfotectónica meridional de la Sierra de Guadarrama*. «Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. XI, 1942.

Madrid, junio 1954.

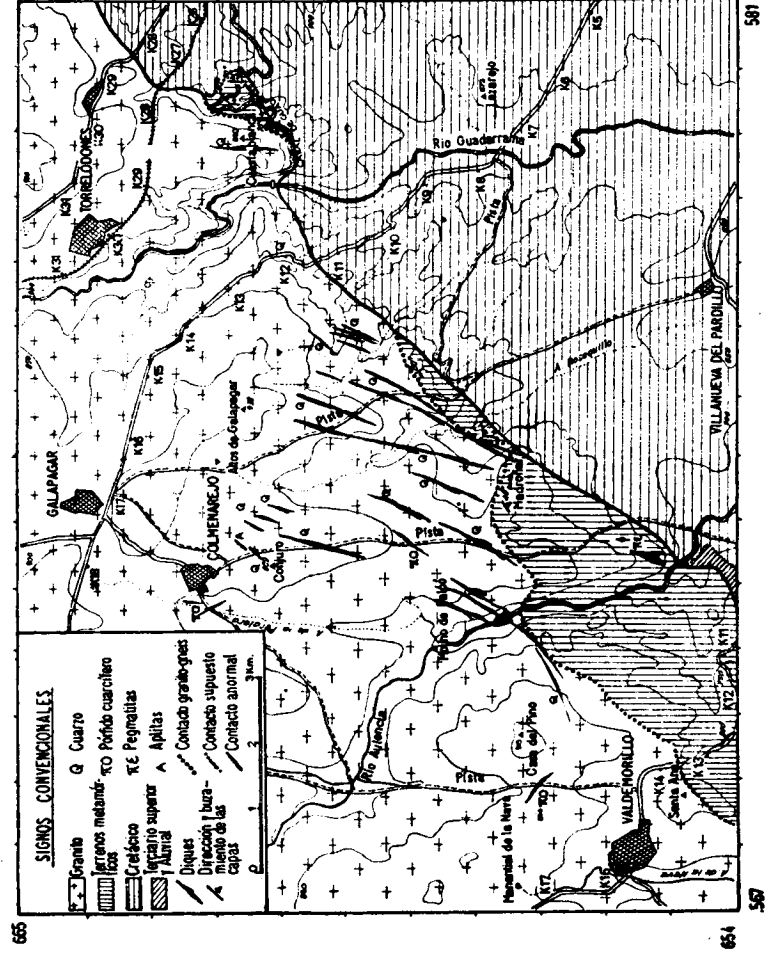


Fig. 1.

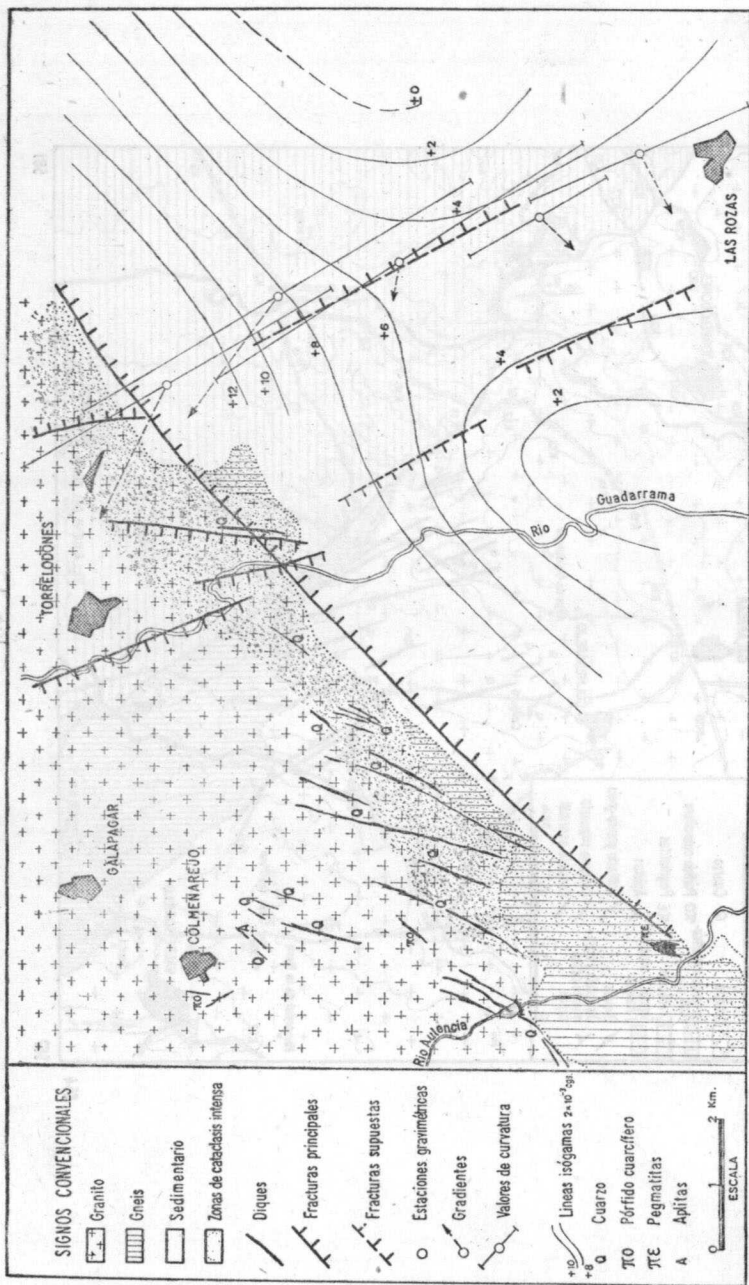


Fig. 3.—El zócalo de arrasamiento marginal de la Sierra de Guadarrama desde las cercanías de Colmenarejo. En primer término, sobre la llanura granítica, el pueblo de Galapagar; al fondo, las elevaciones principales de la Sierra.

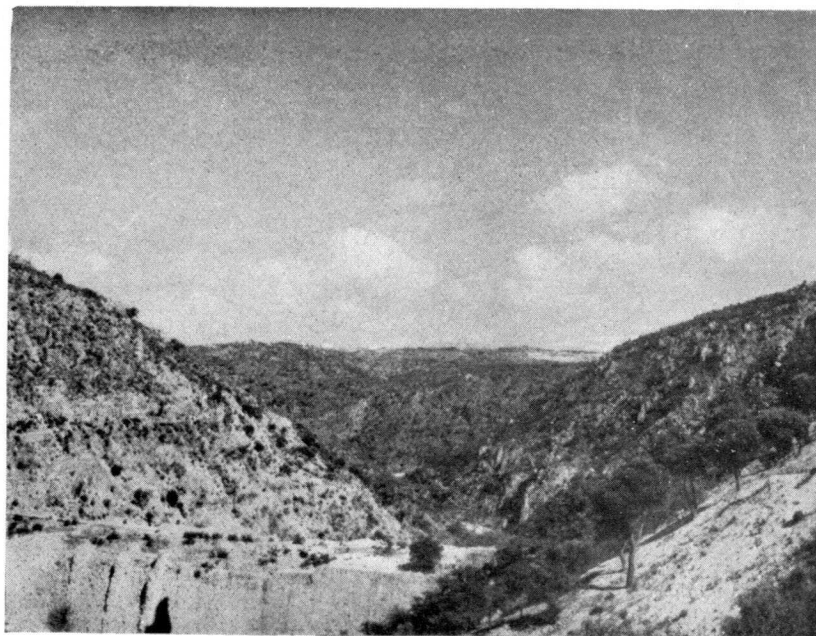


Fig. 4.—El valle del rio Guadarrama a su salida del zócalo granítico, visto desde el comienzo del canal. En primer término, el paredón destruido de la antigua presa.



Fig. 5.—Canchal granítico al S. de los altos de Galapagar.



Fig. 6.—Erosión típica del berrocal granítico en las zonas no afectadas por las cataclasis. Altos de Galapagar.



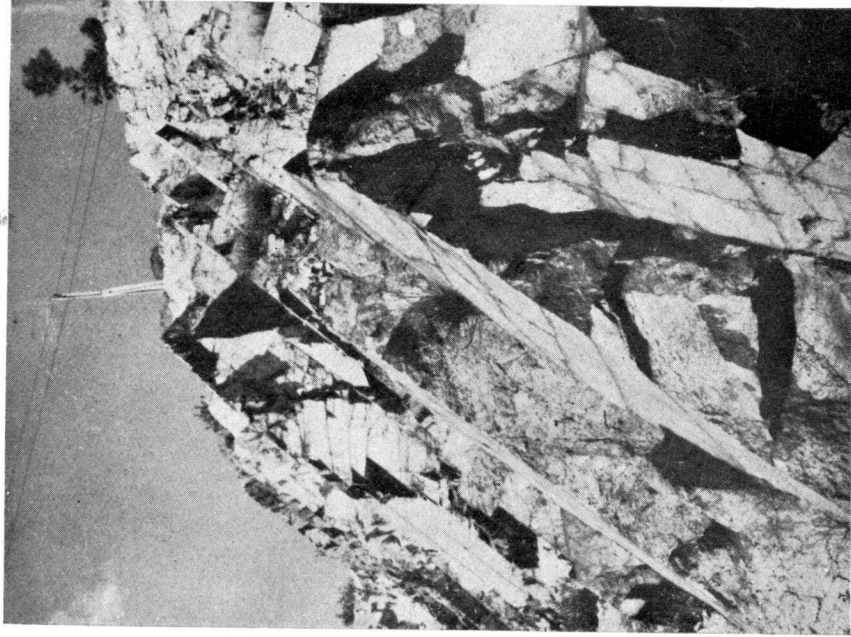


Fig. 7.—Granito muy diaclasado con fenómenos cataclásticos en la trinchera del kilómetro 28 del ferrocarril Madrid-Villalba.

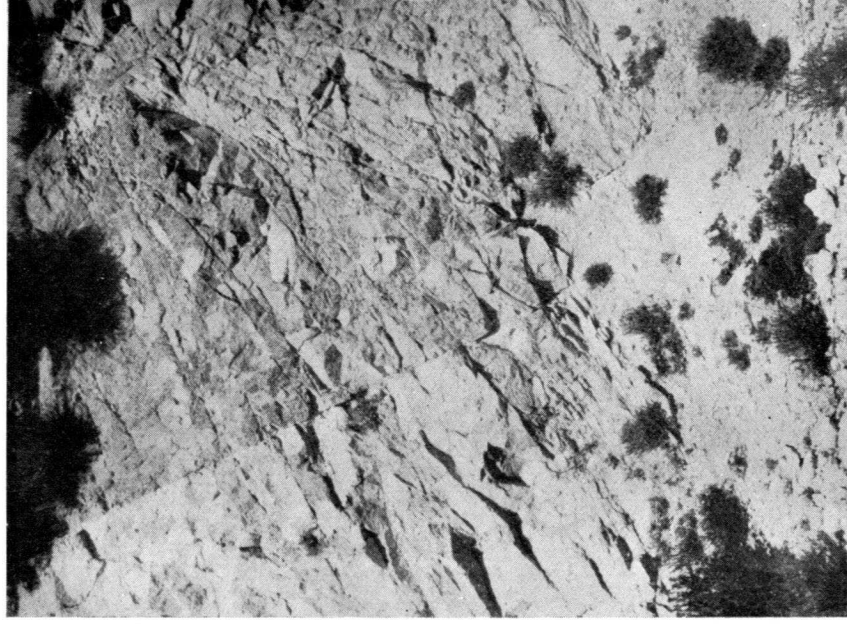


Fig. 8.—Ejemplo de cataclasis y fracturación intensas en el granito cercano al borde meridional; carretera de Las Rozas al Escorial, kilómetro 14.



Fig. 9.—Gneis glandulares con capas concordantes aplitico-pegmatíticas. Cauce del río Aulencia junto a la confluencia con el arroyo de Martín Juan.



Fig. 10.—Cataclasis intensa de los gneis en las cercanías del contacto con los granitos. Comienzo del canal de Guadarrama.

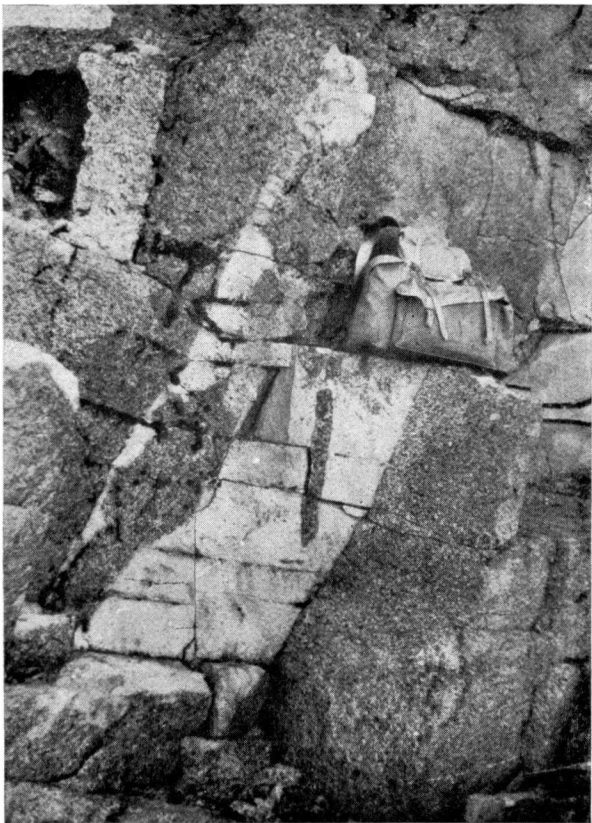


Fig. 11.—Filón de aplita en el granito; Valdemorillo, camino de los Vaqueros. Debajo de la mochila se observa un enclave de granito de forma alargada en posición vertical.



Fig. 12.—Brecha eruptiva de granito-aplita del filón anterior.



Fig. 13.—Dique de aplita en el granito de las minas abandonadas del arroyo Rosequillo (Colmenarejo).

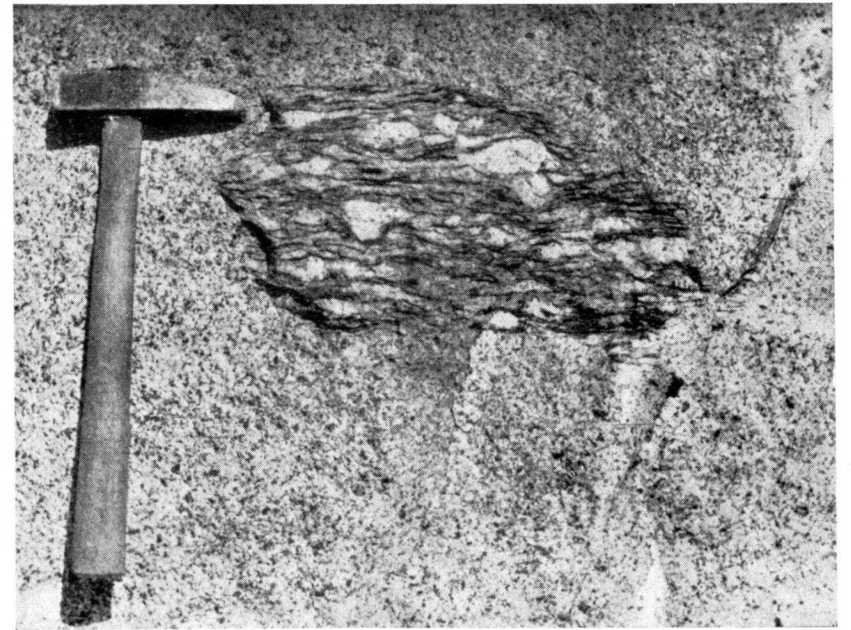


Fig. 14.—Enclave de gneis glandular en el granito de las cercanías de Valdemorillo.



Fig. 15.—Otro gran enclave de gneis glandular en el granito de Valdemorillo.

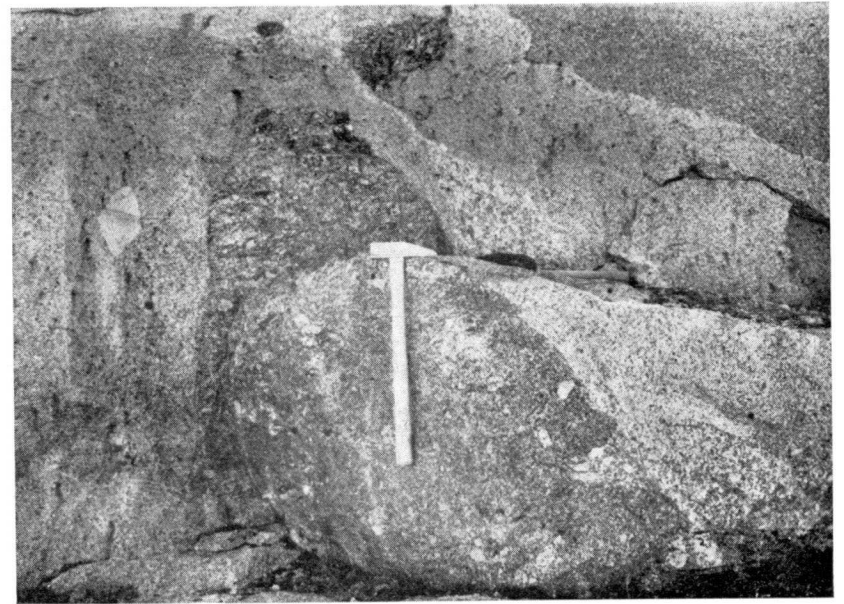


Fig. 16.—Una inclusión de gneis en periodo de transformación dentro del granito; en ella se han perdido casi por completo todas las trazas de la estructura primitiva.

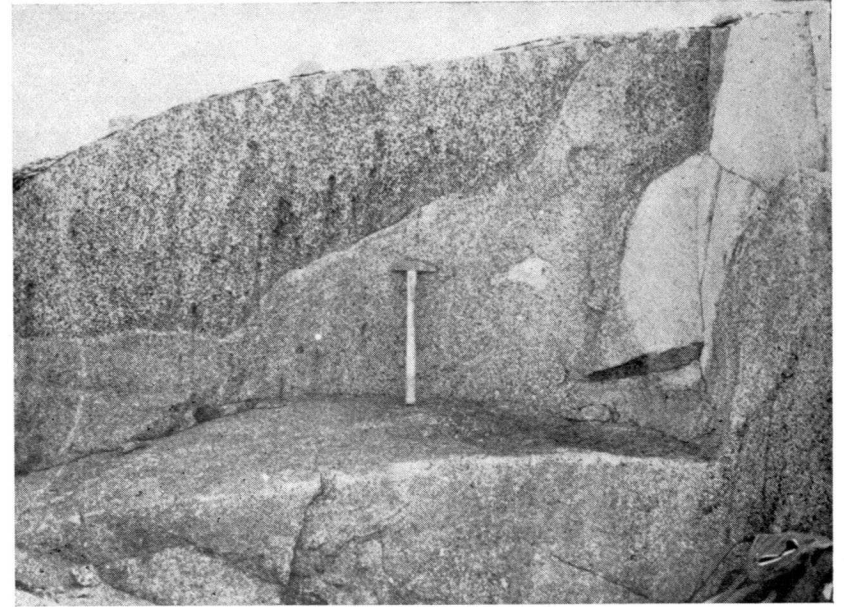


Fig. 17.—Fase final de la transformación de los gneis incluidos en el granito de Valdemorillo; la masa perfectamente limitada situada a la izquierda, y en la parte superior del martillo, es un granito más micáceo que la roca encajante, residuo de un antiguo enclave de gneis.

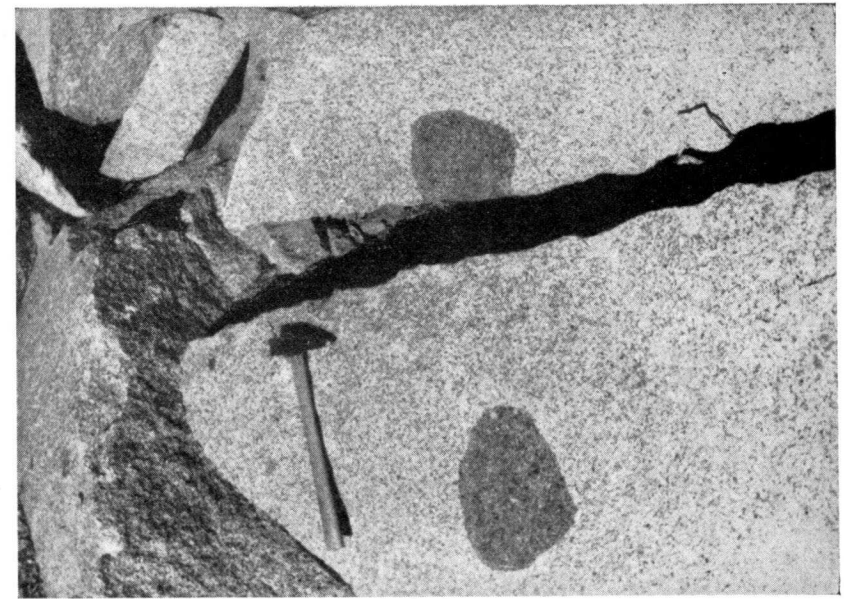


Fig. 18.—Enclaves o «gabarros» básicos en el granito. Carretera del Escorial a Las Rozas, junto a Galapagar.

(Fotografías de los autores.)

Determinación de uranio y torio por absorción diferencial
en aluminio de partículas beta

POR

M.^a D. ASTUDILLO Y M.^a I. CARNICERO

M.^a D. ASTUDILLO Y M.^a I. CARNICERO

DETERMINACION DE URANIO Y TORIO POR ABSORCION DIFERENCIAL EN ALUMINIO DE PARTICULAS BETA

INTRODUCCIÓN

Después de un largo estudio sobre el análisis químico de minerales de Uranio y Torio, en nuestra búsqueda bibliográfica nos encontramos con un método radiactivo dado por investigadores de la Universidad de Calcuta (India) (1) por el que determinan Uranio y Torio en la misma muestra sin separaciones químicas previas. Para las medidas de actividad utilizan el circuito electrométrico (2) (3) de Dubridge y Brown, con una lámpara F. P. 54, e introducen al circuito ciertas modificaciones con el acoplamiento de cámara de ionización.

Dicho método consiste en medir la absorción de partículas beta en aluminio de una muestra radiactiva utilizando patrones para la comparación. Dibujadas las curvas de absorción, por el análisis de las mismas, calculan el porcentaje del Uranio y del Torio contenido en la muestra.

Nosotros nos propusimos estudiar dicho método con circuito de conteo empleando Geiger-Müller, a la vez que hacíamos un estudio más detenido de las curvas de absorción complejas.

Con el fin de conocer la eficacia del método y de poner en marcha la técnica experimental a seguir, proyectamos aplicarlo primero a sustancias puras de Uranio y de Torio, para utilizarlo después en minerales.

Nuestro plan de trabajo abarcó los puntos siguientes:

1.º Medidas de absorción diferencial de partículas beta en Al. de cuatro mezclas de sustancias puras (óxidos U_3O_8 y ThO_2); el Torio en cantidad prácticamente constante.

Medidas de absorción de partículas beta en Al. de cada uno de los óxidos por separado y en cantidad conocida por pesada.

Aplicación del método al análisis de dichas mezclas.

2.º Determinación de Uranio en minerales, utilizando como patrón calibrado UX_2 .

3.º Determinación del Torio en Monacitas, siguiendo las técnicas anteriores y valorando en la zona del M_sTh .

4.º Análisis de minerales que contienen a la vez Uranio y Torio.

5.º Comprobación por análisis químico de las valoraciones hechas en dichos minerales por el método radioquímico.

Indican Nag y Monsuf que las determinaciones hechas en circuito de contaje tienen ciertas desventajas, y entre ellas enuncian: 1.ª, que se necesitan largos períodos de contaje, o sea contar gran número de cuentas para eliminar el error estadístico; 2.ª, que las consideraciones del factor geométrico son complicadas, y 3.ª, que las partículas beta de baja energía no son registradas por los contadores. Aunque nosotros hemos empleado circuito de contaje, en la forma que trabajamos, creemos que dichas fuentes de error han sido reducidas al mínimo.

Conceptos teóricos.

Un elemento radiactivo natural o artificial puede ser determinado por medida de su radiactividad.

Los métodos radiactivos en análisis son extremadamente sensibles; de algunos elementos pueden detectarse cantidades del orden de 10^{-6} a 10^{-11} g. A veces la precisión no llega a la de los métodos químicos debido a las varias fuentes de error a que suelen estar sujetas las medidas radiactivas; sin embargo, estos errores pueden reducirse por una buena calibración de los aparatos de medida y por delicada preparación de las muestras patrón.

He aquí alguna de las fuentes de error:

- a) La naturaleza estadística del proceso radiactivo.
- b) El no conocer bien la constante y el esquema de desintegración de los radionucleoides.
- c) El problema de la absorción de la radiación por las distintas partes del aparato, así como la autoabsorción por la muestra.
- d) El problema de la reflexión de las partículas sobre soportes, portamuestras, etc.
- e) La posición geométrica de la muestra con respecto al instrumento de medida, etc.

Estos errores pueden corregirse en parte. El error estadístico se corrige usando muestras de gran actividad y contando largos períodos de tiempo. Los errores de las otras fuentes indicadas pueden reducirse por una buena calibración y estandarización previa. Sin embargo, como el error estadístico comprende todos los procedimientos de calibración, se requiere un gran cuidado y paciencia para lograr que el error total de una determinación analítica radiactiva sea menor del 1 por 100.

Los errores producidos por la absorción y autoabsorción son de especial importancia cuando se trata de detectar radiaciones débiles como las de las partículas beta del tritio, carbono 14 y azufre 35. Son varios los investigadores que han dado técnicas especiales para la medida de estas radiaciones, con las correcciones necesarias, referentes a la absorción y a la autoabsorción (4, 5, 6, 7 y 8).

La velocidad de desintegración de un radionucleoide es proporcional a la cantidad de sustancia presente en dicho nucleoide y es independiente de que existan otros nucleoides en la misma muestra; por lo tanto, la radiactividad de una muestra y la determinación analítica pueden ser hechas sin separaciones químicas previas.

Las separaciones químicas serán necesarias cuando existan impurezas radiactivas que interfieran o cuando haya gran cantidad de material inactivo que pueda absorber la radiación.

Dos radionucleoides podrán determinarse en la misma muestra sin separación previa si sus semiperíodos son suficientemente distintos.

V. J. Linnenbon (9) hace tres apartados en materia de análisis químico:

1. *Análisis por medidas de la radiactividad natural de un elemento.*
2. Análisis de activación por medida de la radiactividad inducida en un elemento, por bombardeo nuclear.
3. Análisis por el método de indicadores radiactivos o trazadores.

Nuestro trabajo cae en el campo del *análisis por radiactividad natural*.

Se llama elemento radiactivo natural aquel que tiene por lo menos un isótopo radiactivo. La radiactividad que se mide es emitida solamente por dicho isótopo y no da indicación de los isótopos inactivos de la misma muestra. Como al analista le interesa la cantidad total y no la de una de los isótopos, debe conocer previamente la composición isotópica del elemento en cuestión para poder calcular la cantidad total del elemento a partir de la radiactividad medida.

Algunos elementos radiactivos naturales tienen composición isotópica constante; de aquí que la relación del isótopo radiactivo al elemento total sea también constante en todas las mezclas del mismo origen.

Entre los elementos que pueden, al menos en principio, ser determinados por medidas de su radiactividad natural tenemos: el Uranio, Potasio, Rubidio, Lutecio, Renio y Francio. La composición isotópica de la mayor parte de los demás elementos radiactivos naturales varía con la edad y el origen de las muestras. El Polonio, Radon, Actinio y Protactinio tienen cada uno un isótopo de semiperíodo grande y otro de semiperíodo pequeño; puesto que la mayor parte de la masa corresponde al isótopo de semiperíodo grande, si se procura hacer la medida después que el isótopo de semiperíodo pequeño se haya desintegrado, esta medida corresponderá al isótopo de semiperíodo grande, y, por consiguiente, se podrá determinar con bastante aproximación el elemento total.

El radio y torio tienen también un isótopo de semiperíodo grande y varios de semiperíodo relativamente pequeño, pero existe el inconveniente de que para la des-

integración de los de semiperíodo pequeño se necesitan meses y años. Actualmente se han dado técnicas por las que se miden asociadas las actividades de los de semiperíodos pequeño y grande; después se determina la composición isotópica del elemento y se hacen las correcciones correspondientes a los de semiperíodo pequeño.

La proporción de los isótopos radiactivos naturales del talio, plomo y bismuto varían tan ampliamente que por esta razón no hay métodos analíticos para estos elementos, basados en la radiactividad natural.

De la bibliografía recogida tenemos varios trabajos que utilizan las medidas radiactivas para determinar uranio y torio en minerales y rocas. Rodden (10) (1949) hace una recopilación, tanto de los métodos químicos como radioquímicos, para la determinación analítica del uranio y del torio, utilizando las medidas de las radiaciones α , β o γ .

Todos los métodos de determinación de edades geológicas basados en medidas radiactivas de las series largas dependen de la exactitud con que se determinen el uranio y el torio en rocas y minerales. Así Joly (1909-1912) (11) intentó con este objeto quitar el radon y el toron (en equilibrio con sus productos de desintegración). La cantidad de dichos elementos era determinada por medidas de la ionización producida por rayos α . En 1935 Evans da un método rápido de separar el Rn y el Tn (12) y efectúa las medidas radiactivas de rayos α de dichos gases, con una doble cámara de ionización, acoplada a un electrómetro sensible. Este método, aunque satisfactorio para medir y determinar el uranio, no lo era para la determinación del torio debido al pequeñísimo semiperíodo del toron (15,4 segundos). También en 1935 Finney y Evans (13) dan nuevamente en otro trabajo un método de conteo de partículas α , emitidas por

muestras radiactivas preparadas en superficies uniformes, en donde proponen otro tipo de tubo electrométrico; utilizan diferentes absorbentes para la radiación y encuentran de estas medidas una relación por la cual determinan el uranio y el torio.

En 1944, Nag, Das y Dasgupta (14) ensayan este método de Finney y Evans y encuentran que no es muy apropiado para determinar uranio y torio en sustancias fuertemente radiactivas; como consecuencia de este estudio, ensayan un método similar de absorción diferencial de partículas β , para poder determinar uranio y torio en tales sustancias. Publican la aplicación de este método al estudio del mineral «ocre de uranio» (con impurezas de torio) (15). En 1946, en un nuevo trabajo, dan detalles del método y lo aplican al estudio de la torianita de Ceylán, pechblenda y samarskita de India (16), los cuales son fuertemente radiactivos y contienen a la vez uranio y torio.

Posteriormente, otros varios métodos basados en la medida de radiactividad β , han sido estudiados y propuestos por varios investigadores. Rodden (10) hace una clasificación de estos métodos β en directos e indirectos, anotando entre aquéllos el de Nag Chowdhuri; entre los indirectos hace especial mención del de Zemens y Hedvall (17), en el que se hace la separación química del UX_1 y la determinación de la radiación de éste en equilibrio con el UX_2 , que se forma a partir del primero en muy corto tiempo, y calculan de ello la cantidad de uranio contenida en la muestra.

Lapointe, C. (18) (1946) (19) (1950) (20) (1950), publica varios trabajos para el análisis de minerales radiactivos por medida de actividades β y γ en Geiger-Müller y estudia en los análisis hechos por G.-M. las correcciones de equilibrio radiactivo.

F. Bêhounek (21) determina el uranio y el torio en la misma muestra por el método de contaje y midiendo la absorción de rayos γ en muestras de diferente densidad, preparadas con gran cantidad de mineral. Valora el uranio con un error probable del 2 por 100 y la actividad del torio patrón la deduce teóricamente por relación con la del uranio. En la valoración de minerales que contienen ambos elementos mide diferentes espesores de sustancia y relaciona los valores encontrados en las ionizaciones, por los cuales deduce si los minerales son sólo de uranio o si contienen a la vez uranio y torio. Faul y Sullivan (22) han estudiado la actividad β de cierto número de minerales mezclados con uranio, torio y potasio en proporción constante y encuentran que la variación de densidad en las muestras es una magnitud de consideración en las medidas de actividad β .

La determinación del material radiactivo contenido en las rocas, por actividad β , fué indicado primero por Pontecorvo (23) como técnica geológica en las explotaciones mineras; en fechas posteriores, los métodos de medida de actividad β para la determinación analítica del uranio y del torio se han incrementado, variando entre ellos la forma de hacer las medidas, la preparación de muestras, el tipo de aparatos, etc.

Los métodos más recientes de determinación analítica de uranio y torio por métodos radiactivos se orientan en las medidas de radiación γ , porque la actividad γ parece que guarda mayor proporcionalidad con la masa; sin embargo, las determinaciones analíticas por medidas de actividad β son usadas actualmente en muchos centros, tales como el «National Bureau of Standards», de Wáshington,

donde forma parte de uno de los métodos de trabajo en el análisis de minerales radiactivos.

Fundamentos del método.

Las medidas de la emisión total de rayos β de minerales y rocas es ciertamente complicada, debido a la presencia simultánea de varios miembros de las diferentes series radiactivas, como puede verse en las siguientes tablas.

TABLA I
Radioelementos de las familias del Uranio y del Radio con actividad β

	Nomenclatura sistemática	Semiperiodo	E _{max} en MeV.	R _m en Al mg/cm ²	Fracción de actividad total
UI...		10 ⁹ a			Familia del uranio 0,45
UXI...	Th ²³⁴	24,5 d	0,190	1105	
UX ₂ ...	Pa ²³⁴	1,14m	2,350		
UZ...					
Ra...		1590,0 a			Familia del radio 0,55
RaB...	Pb ²¹⁴	26,8 m	0,65	192,9	
RaC...	Bi ²¹⁴	19,7 m	3,15	1500,00	
RaC'...	Tl ²¹⁰	1,32m	1,80	827,00	
RaD...	Pb ²¹⁰	22,0 a	0,026		
RaE...	Bi ²¹⁰	4,98d	1,17	475,30	

TABLA II
Radioelementos de la familia del Torio con actividad β

ELEMENTO	Nomenclatura sistemática	Semiperiodo	E _{max} en NeV.	R _m en Al mgrs/cm ² aprox.
<i>Th</i>				
MsThI.....	Ra ²²⁸	6,7 a	0,005	681
MsThII.....	Ac ²²⁸	6,13h	1,55	
<i>RaTh</i>				
ThB.....	Pb ²¹²	10,60h	0,36	1034 828
ThC.....	Bi ²¹²	60,50m	2,20	
ThC'.....	Tl ²⁰⁸	3,10m	1,81	

Suprimimos los datos correspondientes a la serie del actinio, porque exclusivamente el Ac C' es el único que tiene una energía máxima de 1,47 MeV en partículas β y es pequeñísima la interferencia que pudiera tener en este método de trabajo.

Considerando que cuando el mineral haya alcanzado el equilibrio radiactivo el número de rayos β emitidos por cada miembro de las series en el proceso de desintegración es esencialmente el mismo, tendremos:

$$N = \frac{6,06 \cdot 10^{23} \times q \lambda}{M}$$

siendo N el número de rayos β , M el peso molecular, q la fracción de concentración del material radiactivo en peso y λ la constante de desintegración.

Así, para el uranio (corregido para el Ac U), dan Kovarik y Adam (24)

$$N_U = \frac{6,06 \times 10^{23} \times 4,77 \times 10^{-18}}{238,14} = 1,22 \times 10^4 \text{ g}^{-1} \text{ seg}^{-1}$$

mientras que para el torio, tomando el valor de $\lambda = 1,7 \times 10^{-3}$, da Fesefeldt (25)

$$N_{Th} = 0,44 \times 10^4 \text{ g}^{-1} \text{ seg}^{-1}$$

Según estos valores, la relación de uranio a torio para partículas β sin utilizar absorbentes es:

$$U/Th = 2,77$$

ESTUDIO DE LAS CURVAS DE ABSORCIÓN β EN ALUMINIO

Las curvas de absorción β en aluminio del uranio y del torio tienen una caída aproximadamente exponencial. Según esto, la corriente de ionización tomada con los absorbentes de aluminio puede utilizarse para medir la energía de las partículas del material radiactivo y la cantidad de éste.

La corriente de ionización debida a p g. de uranio, pasando a través de un espesor t, puede expresarse por

$$(1) \quad I_U = p I_0 U \cdot e^{-\mu t}$$

donde $I_0 U$ es la ionización de un gramo de uranio sin absorbente. Análogamente la corriente de ionización debida a q g. de torio, pasando a través de un absorbente t, podrá expresarse por

$$I_{Th} = q I_0 Th \cdot e^{-\mu' t}$$

Si una muestra desconocida contiene p g. de uranio y q g. de torio por gramo de muestra, la corriente total de ionización por gramo de muestra sería:

$$I = I_U + I_{Th} = p I_0 U \cdot e^{-\mu t} + q I_0 Th \cdot e^{-\mu' t}$$

$$I' = I'_U + I'_{Th} = p I_0 U \cdot e^{-\mu t'} + q I_0 Th \cdot e^{-\mu' t'}$$

donde I e I' expresan la ionización total para los espesores t y t' del absorbente.

De dichas ecuaciones pueden ser determinadas las cantidades p y q. Si la corriente de ionización no fuera exactamente exponencial, los resultados no se alterarían, puesto

que la función I_0 es proporcional a la cantidad de materia radiactiva y decrece monótonamente con el incremento del espesor t del absorbente. Más exactamente: la curva de absorción podría ser representada añadiéndole un término de corrección, siendo este término proporcional a la cantidad de materia radiactiva.

Parte experimental.

A) La radiactividad fué determinada con tubo contador Geiger-Müller con ventana de aluminio 6 mg./cm.², con los correspondientes circuitos de altovoltaje estabilizado, amplificador, medidor y registro de la casa Labgear LTD.

B) Preparación de muestras para el contaje.

Los discos o portamuestras que hemos utilizado son de acero inoxidable de la Casa Tracerlab I. N. C., referencia E 20. Las sustancias empleadas para la preparación de las mezclas han sido el óxido de uranio U_3O_8 y el torio ThO_2 , finamente pulverizados y pasados por un tamiz de 200 mallas. Las mezclas de dichos óxidos se prepararon por suspensión en alcohol, haciendo la evaporación con agitación continua a la lámpara de infrarrojo; después de secas, fueron nuevamente pulverizadas en mortero de ágata y tamizadas. De cada una de dichas mezclas se hace una pesada exacta de 0,02 g., usando como diluyente en la preparación $BaSO_4$. Sobre cada portamuestras, una vez hecha la pesada de la sustancia, se han añadido unas ocho gotas de piridina, y por rotación del disco queda la sustancia uniformemente repartida, formando un círculo de diá-

metro aproximado al disco. Los fondos del portamuestras fueron primeramente bordeados con barniz de silicona. El secado de las muestras se hace a lámpara de infrarrojo. Por la misma técnica se han preparado las muestras de minerales.

C) Absorbentes de aluminio.

Preparamos placas de aluminio rectangulares calculando el espesor en mg./cm.², en conformidad con la energía de las partículas contenidas en las series del uranio y del torio, graduados aproximadamente de 80 en 80 mg./cm.²

D) Contaje.

Las muestras fueron colocadas en la posición segunda del contador, dejando la posición primera para los absorbentes.

Cada muestra fué preparada y medida por duplicado. Se contaron períodos de tiempo, como para en cada caso conseguir una exactitud de contaje del 1 al 2 por 100; es decir, mantener el error estadístico entre dichos límites. No hemos tenido en cuenta el efecto de la autoabsorción por ser despreciable en cantidades tan pequeñas y bajo el efecto de partículas bastante energéticas.

E) Patrones.

Hemos trabajado por el método de comparación, utilizando como patrones óxido de uranio y torio, y se ha operado con las cantidades de 0,02 g.

Con los datos obtenidos experimentalmente dibujamos

las curvas de absorción en aluminio en papel semilogarítmico para restarles la parte de ionización correspondiente a la radiación γ , pues el patrón de torio va afectado de la radiación γ correspondiente al MsTh, aunque el patrón de U. no la presenta, y la emisión β , de mayor alcance energético, es la correspondiente al UX₂.

Con estos datos experimentales, la relación de uranio a torio encontrada a filtro σ tiene el valor de U/Th de 2,87 aproximadamente 3, como es de esperar por la relación de los semiperíodos de los miembros de las series, y de acuerdo con la relación anteriormente dada.

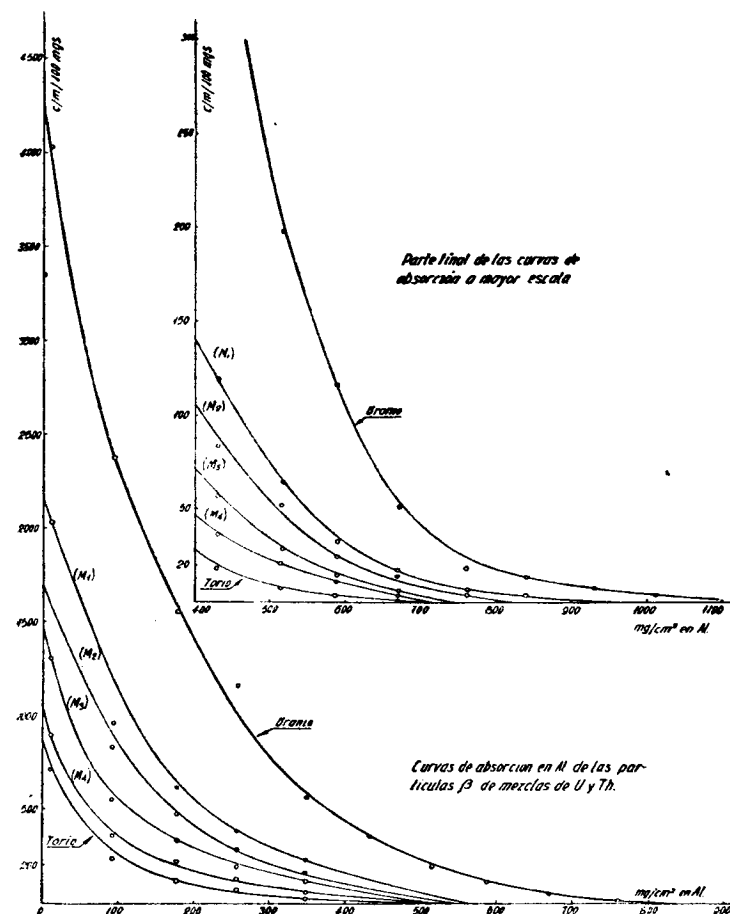
Restado la radiación γ , dibujamos en papel milimetrado las curvas de absorción β de los patrones y las correspondientes a cada mezcla, o a cada mineral, llevando las ionizaciones en cuentas minutos en ordenadas y los espesores de aluminio en mg./cm.² en abscisas (fig. 1). (En la curva las cuentas del Th están divididas por dos.)

Se observa en dichas curvas que la ionización del torio decrece más rápidamente que la del uranio en el comienzo; después se hacen más similares, y al final, los espesores, que son suficientes para detener toda la actividad del torio, no lo son para detener la del uranio.

Las diferencias entre la energía máxima de las partículas β del uranio y del torio y el número total de rayos β emitidos por uno y otro elemento proporcionan dos métodos distintos, que corresponde a los designados I y II, a que nos referimos en las tablas.

Análisis radioquímico de mezclas de sustancias puras.

Las tablas III, IV, V y VI contienen los datos referentes a la preparación de muestras, trazado de las curvas de absorción β y resultados de los análisis, respectivamente.



En la tabla V va específicamente anotado si la valoración se ha hecho, comparando las curvas de cada mezcla en la parte final con la del uranio, y deducida por resta la cantidad de torio, o bien si las cantidades de uranio y torio han sido calculadas resolviendo las ecuaciones de absorción a distintos puntos de las curvas. Por esta razón, van dibujados los tramos finales de cada curva en escala mayor.

ANÁLISIS DE URANIO Y TORIO EN MEZCLAS SÓLIDAS DE AMBOS ELEMENTOS PREPARADAS CON ÓXIDOS PUROS, ENTRANDO EL TORIO EN CANTIDAD PRÁCTICAMENTE CONSTANTE.

TABLA III
Preparación de mezclas

MEZCLAS	CONTENIDO EN MG.			U en 20 mg. de M.	Th en 20 mg. de M.
	U ₃ O ₈	ThO ₂	BaSO ₄		
M ₁	58,9	682,7	350	0,9	10,9
M ₂	176,8	682,7	250	2,7	10,7
M ₃	204,8	682,7	150	4,4	10,5
M ₄	412,7	682,7	50	6,8	10,4

TABLA IV
Medidas de actividad β en cuentas/minuto/100 mg.

U	Th	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	Filtros Al. mg/cm ²
4028,5	1416,0	895	1309	1585	2029	0
2369	470,3	359,5	544	830,4	949,2	83
1552,8	238,5	204,5	327,5	478,7	611,9	166
1160,2	136,2	128	186,5	285,6	377,4	249
560,4	68,9	52,7	104,2	165,5	222	338
357,9	36,8	36,2	56	86,2	119,5	421
197	14,2	18	28,5	52,3	63,8	505
110,4	8,3	15,5	13,5	24,2	32,1	577
51,7	1,7	4,7	6,5	18,5	25,7	660
17,6		2	3	4,5	7	750
14,0					5,2	830
8					3	919
3,9						1002
						1085

TABLA V
Valoración del Uranio y del Torio en las curvas de absorción. Porcentajes obtenidos

Filtros Al. mg/cm ²	M ₁ U 4,54 mg		M ₂ U 13,60 mg		M ₃ U 21,17 mg		M ₄ U 34,10 mg		M ₄ Th 52,00 mg	
	Método 1.º (parte final de las curvas)	Método 2.º (ecuaciones de absorción)	Método 1.º	Método 2.º	Método 1.º (Parte final de las curvas)	Método 2.º (ecuaciones de absorción)	Método 1.º	Método 2.º	Método 1.º	Método 2.º
150										
200										
150										
250										
150										
300										
150										
350										
150										
400										
150										
450										
725										
750										
775										
800										
825										

TABLA VI

Valores medios y resultados comparativos

Mezclas	Contenidos por ciento		METODO 1				METODO 2			
	U	Th	U	Error %	Th	Error %	U	Error %	Th	Error %
M ₁	4,54	54,60	4,55	1,1	54,49	0,5	4,72	3,5	52,94	3,0
M ₂	13,60	53,70	13,66	0,5	53,01	1,3	13,33	2,2	51,98	3,2
M ₃	22,17	52,80	22,70	0,5	54,08	3,0	21,66	2,3	53,88	2,1
M ₄	34,10	52,00	35,14	3,3	47,19	10,1	33,98	0,4	41,11	20,0

CONCLUSIONES

1. Es posible aplicar, en circuito de contaje, el método de absorción diferencial de partículas beta que proponen Nag y Monsuf (1) con el circuito electrométrico de Dubridge y Brown (2).

2. El método es mejor para muestras fuertemente radiactivas.

3. Con dicho método se valora mejor el uranio que el torio (por las razones que quedan expuestas).

4. Cuando las muestras a analizar están en idénticas condiciones químicas y de equilibrio radiactivo el uranio se valora con errores comprendidos entre el 0,5 y el 3,5 por 100, y la valoración del torio está influenciada por la cantidad de uranio existente en la misma muestra.

5. El uranio se valora mejor en la parte final de las curvas de absorción, utilizando el efecto de las diferencias de energía de los emisores beta de las familias del uranio y del torio que aplicando ecuaciones de absorción a distintos puntos de las curvas.

6. Aplicando ecuaciones de absorción en la zona de 150 a 400 mg./cm.² de Al, es posible obtener resultados que concuerden con los obtenidos por análisis en la parte final de las curvas.

BIBLIOGRAFIA

- (1) NAG, B. D. y MONSUF, A. K.: «Proc. Natl. Inst. Sci. India», **21**, 341 (1946).
- (2) DUBRIDGE y BROWN: «Rev. Sci. Inst.», **4**, 532 (1933).
- (3) FRIEDLANDER, G. y KENNEDY: «Introduction to Chemistry», p. 181 (1949).
- (4) KAMEN, M.: «Radioactivity tracers in Biology», «N. I. Acad. Press.» (1948).
- (5) HENRIQUES y colaboradores: «Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.», **18**, 349 (1946).
- (6) ———: «Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.», **18**, 417 (1946).
- (7) ———: «Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.», **18**, 420 (1946).
- (8) ———: «Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.», **18**, 476 (1946).
- (9) WAHLX, A. C.: «Radioactivity Applied to Chemistry», p. 62 (1951).
- (10) RODDEN, C.: «Anal. Chem.», **21**, 227 (1949).
- (11) JOLY, I.: «Phil. Mag.», (6), **20**, 691 (1909) y (6), **24**, 694 (1912).
- (12) EVANS, R. D.: «Rev. Sci. Inst.», **6**, 99 (1935).
- (13) FINNEY, R. y EVANS, R. D.: «Phys. Rev.», **48**, 563 (1935).
- (14) NAG CHOWDHURI, B., DAS, S. y DASGUPTA, A.: «Proc. Natl. Inst. India», **10**, 168 (1944).
- (15) NAG CHOWDHURI, B.: «J. Phys. India», **18**, 257 (1944).
- (16) NAG CHOWDHURI, B. y MONSUF, A.: «Soc. ib. Proc. Natl. Inst. Sci. India», **12**, 341 (1946).
- (17) ZEMENS, K. E. y HEDWALL, J. H.: «Arkiv. Kemi Mineral Geol.», A **22**, núm. 25 (1946).
- (18) LAPOINTE, C.: «Can. Dep. Min. Resources», núm. 1.930 (1946).
- (19) ———: «Canad. Min. Met. Bull. Agost.», (1950).
- (20) ———: «Canad. Min. Met. Bull. Agost.», 465 (1950).
- (21) BEHONNEK, F.: «Collection Czechoslov. Chem. Comuns», **15**, 699 (1949).
- (22) FAUL, H. y SULLIVAN, R.: «Nucleonics», **4**, núm. 153 (1949).
- (23) PONTECORVO, B.: «Geophys.», **1**, 90 (1942).
- (24) KOVARIK, A. F. y ADAMS, N. I.: «Phys. Rev.», **40**, 718 (1932).
- (25) FESEFELDT, H.: «Zeit. Physik.», **86**, 605 (1933).

Junio 1954

Colaboración austriaca al conocimiento y difusión
internacional de la Geología española

POR

J. MARCET-RIBA

J. MARCET-RIBA (*)

COLABORACION AUSTRIACA AL CONOCIMIENTO Y DIFUSION INTERNACIONAL DE LA GEOLOGIA ESPAÑOLA

El Instituto Geológico Federal Austríaco, con motivo de celebrar en 12 de junio de 1951 los actos conmemorativos de la reconstrucción del mismo en el Palacio Rasumofsky, de Viena, y el centenario de su fundación, y la Sociedad Mineralógica Austríaca el cincuentenario de dicha Sociedad, lograron atraer la atención del mundo geológico internacional, reuniendo en Viena y en los Alpes austríacos gran número de geólogos de varios países.

El Director del Instituto Geológico de Austria, doctor H. Küpper, y sus numerosos colaboradores, hicieron resaltar la notable importancia de dicho Instituto y manifestaron las variadas actividades de dicho Organismo, no sólo en la República Federal Austríaca, sino también en los demás países.

A dicho fin organizaron un bello plan de conferencias y excursiones geológicas en la cuenca de Viena y en los Alpes austríacos, que, como se proponían, permitieron dar a conocer el estado actual de la geología regional y apli-

(*) Presentado en el Centenario del Instituto Geológico Federal Austríaco.

cada y el de su cartografía geológica desde el siglo pasado.

Con estos actos, y el notable número de geólogos extranjeros que asistieron a los mismos, en representación de diversos organismos científicos de gran número de países, el Instituto Geológico Austríaco logró contribuir, de acuerdo con sus deseos, al restablecimiento de las relaciones científicas internacionales, las cuales habían quedado interrumpidas en los últimos años, y con ello continuar y aumentar sus tradicionales actividades.

Al final de los actos del Centenario del Instituto Geológico Austríaco, en Innsbruck, 23 junio 1951, aprovechamos dicha oportunidad para recordar y enaltecer la notable colaboración austríaca al conocimiento y difusión internacional de la geología española desde el siglo pasado.

Esta colaboración ha tenido lugar en tres épocas distintas, caracterizadas cada una de ellas por sus especiales investigaciones y actividades.

I. PRIMERA ÉPOCA

En primer lugar, debemos recordar y enaltecer la gran actividad del Archiduque Luis Salvador de Austria (Erzherzog Ludwig Salvator), quien en el largo período de tiempo de 1869 a 1897 contribuyó muchísimo a dar a conocer las islas Baleares en su magna obra *Die Balearem geschildert im Wort und Bild*, en siete partes y nueve tomos, magníficamente editados en Leipzig, y en su edición reducida de Würzburg, 1897.

Le interesaron vivamente las islas Columbretes, frente a Castellón, dedicando a las mismas su lujosa obra titu-

lada *Columbretes*, impresa y editada en Praga en 1890, por H. Mercy.

En esta magna publicación se reúnen sus variadas observaciones sobre el suelo, el clima, la fauna y la flora de estas islas, tan poco visitadas.

Las rocas recogidas por el Archiduque a principios de 1890 en el archipiélago de las Columbretes se confiaron para su estudio al profesor F. Becke, del Instituto Mineralógico y Petrográfico de la Universidad de Praga, a las que dedicó una notable publicación.

R. Pfohl practicó el análisis químico de dichas rocas, siendo subvencionados sus trabajos por el Archiduque.

También exploró la isla de Alborán, al sur de Málaga, dedicándole la obra titulada *Alborán*, publicada en 1898 por el editor Mercy Sohn, de Praga.

Las rocas recogidas por el Archiduque fueron analizadas químicamente por el Dr. Hermann Graber, del Museo de Historia Natural de Viena, y a ellas les dedicó también dos importantes trabajos el citado profesor F. Becke.

Es curioso señalar que en estas dos últimas obras no figura el nombre del Archiduque como autor de las mismas, dándose solamente el del editor de ellas; según Becke, la Memoria sobre Alborán fué publicada por el Archiduque Luis Salvador, como hacen destacar C. Burri e I. Parga-Pondal en su publicación sobre la isla de Alborán.

E. von Mojsisovics, de 1881 a 1887, dedicó especial atención a la estratigrafía del Triásico español, examinando cuidadosamente las diversas capas triásicas de Mora de Ebro (Tarragona), en las que encontró y estudió una rica y variada fauna de cefalópodos.

Sus investigaciones dieron a conocerse en su interesante

Memoria *Über die Cephalopodenfauna der Triasschichten von Mora de Ebro in Spanien* (1881).

En su nueva Memoria *Die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz*, publicada al año siguiente (1882), trata de los cefalópodos de esta notable e interesante provincia triásica mediterránea, y expone sus importantes deducciones.

Mucho más tarde, en 1887, después de continuados estudios, expuso los resultados de las investigaciones que llevó a cabo en las calizas con *Ammonites* de las islas Baleares, atribuidas al Noriense inferior, en su otra Memoria *Über Ammonitenführende Kalke unternorischen Alters auf den Balearischen Inseln*.

Todas estas Memorias fueron publicadas por el Servicio Geológico de Alemania.

Ed. Suess (1831-1914), insigne profesor de Geología de la Universidad de Viena, en su monumental obra *Das Antlitz der Erde*, en tres tomos, publicada en Leipzig de 1885 a 1909, lanza nuevas y geniales ideas sobre la morfología y tectónica del Globo, y en particular sobre la de la Península Ibérica.

Bajo la dirección de Emm. de Margerie, esta magistral síntesis fué traducida al francés y publicada de 1897 a 1918 bajo el título *La face de la Terre*; al inglés de 1904 a 1909, bajo la dirección de W. J. Sollas, con el título *The face of the Earth*, y al español, por P. de Novo y F. Chicarro, de 1923 a 1931, con el título *La faz de la Tierra*.

C. Diener, profesor de Paleontología de la Universidad de Viena, en 1886, recorrió los Pirineos, publicando al año siguiente la nota *Der Pic de Néthou der Maladetta-gruppe (3.404 m. Central Pyrenäen)* (1887), en una revista alpina austríaca de Innsbruck.

O. Simony, profesor de la Universidad de Viena, de 1888 a 1890, realizó un viaje científico al grupo occidental de las Islas Canarias, dando a conocer sus observaciones en la nota *Ueber eine naturwissenschaftliche Reise nach der westlichen Gruppe der Canarischen Inseln*. Este trabajo se publicó en 1899 en las Comunicaciones de la Sociedad Imperial de Geografía de Viena.

Este profesor visitó el Pico del Teide (3.711 m.) y sus tres amplias calderas, y recogió muestras de sus materiales volcánicos, algunos de los cuales fueron examinados y estudiados por varios de sus colegas.

J. Hof, profesor de la Universidad de Viena, en 1891 dió a conocer en su nota *Keramohalit von Tenerifa* la composición química de la keramohalita o sal capilar del cráter del Pico del Teide, en la isla de Tenerife, que le facilitó el profesor O. Simony, antes citado, y, además, precisó la situación de los yacimientos eflorescentes de dicho mineral.

F. Becke, profesor de Mineralogía de la Universidad de Praga, primeramente, y más tarde de la de Viena, publicó una nota complementaria a dicho estudio titulada *Krystallform und optische Orientirung des Keramohalit von Tenerifa* (1891).

Esta nota, como todas las siguientes de este autor, fueron publicadas en su «*Tschermak's Mineralogische und Petrographische Mittheilungen*», de Viena, y en ella se realiza la determinación cristalográfica del mineral recogido y facilitado por el profesor O. Simony.

Más tarde, F. Becke estudió las diferentes rocas recogidas por el Archiduque Luis Salvador de Austria, a principios de 1890, en el archipiélago de las islas Columbretes y en la isla de Alborán, describiéndolas en las Memorias an-

tes indicadas; estas investigaciones fueron realizadas siendo profesor de la Universidad de Praga.

Sus resultados fueron publicados en los trabajos: *Gesteine der Colmbretes* (1897), con la colaboración química de R. Ffohl; *Petrographische Beschreibung der auf Alborán gesammelten Eruptivgesteine* (1898), y en *Der Hypersthen-Andesit der Insel Alborán* (1899), con la colaboración química del Dr. H. Graber.

En el último de estos trabajos se hace un magnífico estudio petrográfico y petroquímico de la Andesita hipersténica de la notable isla de Alborán, con la colaboración del Dr. H. Graber, del Museo de Historia Natural de Viena, quien se encargó del análisis químico de estas interesantes rocas volcánicas.

Al año siguiente publicó un nuevo trabajo titulado *Ueber Alboranit un Santorinit und die Grenzen der Andesitfamilie* (1900), que completa su trabajo anterior sobre la andesita hipersténica de la isla de Alborán.

Estos trabajos fueron completados y difundidos en 1937 por los profesores C. Burri, del Politécnico de Zürich, e I. Parga-Pondal, de la Universidad de Santiago (España) en la nota *Die eruptivgesteine der Inseln Alborán (Provinz Almerien, Spanien)*, publicada en el «Boletín de la Sociedad Mineralógica y Petrográfica Suiza» (XVII, 230-268, 1937), y traducida mucho más tarde, en 1948, por el profesor G. M. Cardoso, de la Universidad de Madrid, recientemente fallecido, bajo el título *Las rocas eruptivas de la isla de Alborán (provincia de Almería, España)*, en el tomo IV de «Publicaciones Extranjeras sobre Geología de España, del Instituto «Lucas Mallada» de Investigaciones Geológicas (IV, 451-494, Madrid, 1948).

El profesor A. Himmelbauer, de la Universidad de Vie-

na, facilitó a dichos investigadores numerosas muestras de los materiales recogidos por el Archiduque y que fueron analizadas por Graber, sirviendo de base a los trabajos de Becke, con el fin de precisar el conocimiento de las rocas antes citadas.

R. Hörnes, profesor de Geología y Paleontología de la Universidad de Graz, confirmó la notable semejanza de las formaciones terciarias de la cuenca de Viena y de las de los alrededores de Barcelona.

Este paleontólogo fué comisionado en 1905 por la Academia de Ciencias de Viena para que recorriera y examinara las comarcas occidentales del Mediterráneo y comprobara las relaciones de semejanza de los terrenos terciarios de la cuenca de Viena con los de las proximidades de Barcelona y demás comarcas litorales mediterráneas de España.

Visitó los yacimientos fosilíferos más notables de los alrededores de Barcelona y dió a conocer el resultado de sus investigaciones en los depósitos terciarios superiores del Mediterráneo occidental en su importante Memoria *Untersuchungen der jüngeren terliär Ablagerungen des westlichen Mittelmeeres*, publicada en 1905 por la Academia de Ciencias de Viena.

Esta Memoria fué extractada por el doctor J. Almería en 1906, en una de las Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, bajo el título *Un reconocimiento de los terrenos terciarios de las comarcas occidentales bañadas por el Mediterráneo*, que se publicó al año siguiente.

Hörnes también publicó en 1905 una breve nota titulada: *Eine geologische Reise durch Spanien*, en una revista de ciencias de Graz.

A. Tornquist, miembro de la Academia de Ciencias de Viena, en 1905 inició una serie de trabajos sobre las regiones triásicas del Mediterráneo occidental, reuniéndolos bajo el título *Beiträge zur Geologie der westlichen Mittelmeerländer*; posteriormente adoptaron títulos análogos H. Stille (1927), J. Marcet-Riba (1929) y R. Richter (1943), para sus respectivas series de trabajos sobre la geología del Mediterráneo occidental.

Dicho autor publicó en 1909 y 1916 interesantes trabajos sobre el Triásico español, los cuales, junto con los realizados anteriormente por Mojsisovics a últimos del siglo pasado, acrecentaron los conocimientos que se tenían del Triásico de España.

Su primer trabajo fué *Über die ausseralpinen Trias auf den Balearen und in Katalonien*, publicado en 1909 por la Academia de Ciencias de Prusia, de Berlín; el segundo, *Die nodosen Ceratiten von Olesa in Katalonien*, se publicó en 1916, por la Academia de Ciencias de Viena.

Estos trabajos han contribuído muchísimo al conocimiento del Triás de las Baleares y de Cataluña y de los *Ceratites* del Triásico no alpino de la región catalana.

L. Kober, profesor de Geología de la Universidad de Viena, completó la gran obra tectónica de Ed. Suess, sobre la faz de la Tierra, publicando en 1921 la primera edición de su notable obra *Der Bau der Erde*, en la que contribuye también al estudio tectónico de nuestro país.

II. SEGUNDA ÉPOCA

XIX Congreso Geológico Internacional (España, 1926)

C. Doelter, profesor de la Universidad de Viena, contribuyó a dar a conocer la riqueza mineralógica de España,

y dedicó a dicho Congreso un notable resumen sobre la riqueza española de minerales útiles, titulado *Spaniens Reichthum an nutzbaren Mineralien. Den Geologen-Kongress gewidmet*. Este resumen fué publicado en 1926 por la revista química y metalúrgica «Die Metallbörse», de Berlín.

G. Götzinger, Consejero e Ingeniero Jefe de Minas del Instituto Geológico Austríaco de Viena, difundió en 1926, 1927 y 1931, las actividades del Congreso Geológico Internacional de España y las impresiones de su visita a nuestro país, en los trabajos siguientes: *Der XIV. Internationale Geologenkongress in Madrid; Ausprache von Bergrat Dr. Götzinger am Internationalen Geologen-Kongress, Madrid, bei Ueberreichung den Sondernummer der I. E. U. am 28. Mai 1926*, publicado en 1926 en la revista de Sondeos, Explotaciones petrolíferas y de Geología, de Viena; *Reiseeindrücke aus Spanien*, en 1927, en las Comunicaciones de la Sociedad Geográfica de Viena; *Reiseeindrücke aus Katalonien*, en 1931-1933, reproducción parcial del trabajo anterior, en nuestra «Géologie de la Méditerranée Occidentale», de Barcelona.

A. Winkler-Hermaden, antiguo profesor de la Universidad y geólogo del Instituto Geológico Austríaco, de Viena, y actualmente profesor de la Escuela Superior de Kapfenstein (Steiermark), también dió a conocer las impresiones que se llevó de España, y en especial de Mallorca, durante dicho Congreso, reuniendo sus impresiones morfológicas y geológicas en el trabajo: *Morphologisch-geologische Beobachtungen auf Mallorca*, publicado en la revista de Geomorfología de Leipzig, en 1926, y reproducido también, más tarde, en 1933-1934, en nuestra citada publicación.

E. Dittler y A. Köhler, profesores de la Universidad de Viena, en 1927, a raíz de la visita que realizó el primero de ellos al Pico del Teide (3.711 m.), formando parte de la excursión del XIV Congreso Geológico Internacional a las Islas Canarias, publicaron *Mineralogisch-petrographische Notizen von Pico de Teyde*, en el «Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie», de Stuttgart.

Los autores dan las características mineralógicas y químicas de la fonolita vitrífida de la Rambleta, en la cumbre del Teide; del basalto feldespático de la pared oriental del circo del mismo, y de la tefrita nefelínica de Garachico, en el NW. de la isla de Tenerife, analizada químicamente por H. Benesch, del Instituto Mineralógico de la Universidad de Viena, y de los productos de alteración del cráter de dicho volcán.

III. TERCERA ÉPOCA

R. von Klebelsberg, Director del Instituto Geológico de la Universidad de Innsbruck, contribuyó al estudio de la geología y del glaciario español, dando a conocer la existencia de trazas glaciares en la Sierra Tejada y sus observaciones geológicas en las sierras situadas entre Granada y Málaga, en Andalucía, en sus trabajos *Die Sierra Tejada* (1927) y *Beiträge zur Geologie der Sierrren zwischen Granada und Málaga (Andalusien)* (1928), publicados, respectivamente, en la Sociedad Geológica Alemana y en el Club Alpino Austríaco y Alemán.

J. Sermet, en 1934, se refirió a estas observaciones en una nota titulada *Sobre unos vestigios de topografía glaciaria en la Sierra Tejada (Andalucía)*, publicada en el «Bo-

letín de la Sociedad Española de Historia Natural», de Madrid (XXXIV, núm. 2-3, 187-192, Madrid, 1934).

También G. W. Barón Van Dedem, en 1935, cita las observaciones geológicas de Von Klebelsberg, en su trabajo *Das geologische Bau der Sierra Tejada (Provinz Málaga und Granada)*, publicado en nuestra publicación «Géologie de la Méditerranée Occidentale» («Géologie des Chaînes Bétique & Subbétique»), vol. IV, Deux. Part., número 7, Barcelona, 1937).

L. Kober, profesor de la Universidad de Viena, en 1928, 1932 y 1942, publicó interesantes obras y trabajos que, en mayor o menor escala, contribuyen al conocimiento de la geología española.

En 1928 publicó la segunda edición, mejorada y aumentada, de su magna obra *Der Bau der Erde. Einführung in die Geotektonik*, en la que trata de la tectónica del Globo; tres años más tarde, en 1931, aparece su nueva publicación *Das Alpine Europa, ein geologisches Gestaltungsbild*, que es otra notable obra sobre la constitución de la Europa alpina.

En 1932 publicó *Beiträge zur Geologie von Spanien und Marokko. Das Rifproblem*, notabilísimo trabajo sobre la geología de España y de Marruecos, en el que dedica especial atención al estudio del problema del Rif. Este trabajo fué publicado en el «Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie», de Stuttgart. En el mismo año apareció su nota *Das Rifproblem*, en «Forschungen und Fortschritte», de Berlín.

Finalmente, en 1942, dió a luz su magnífica obra tectónica *Tektonische Geologie*, en la que se dan claras ideas sobre la tectónica peninsular.

J. von Pia, profesor de la Universidad y del Museo de

Historia Natural de Viena, aportó en 1936 nuevos datos al conocimiento de la paleofitología del Trías español, dando a conocer diversas algas y pseudoalgas en su trabajo *Algen und Pseudoalgen aus der spanischen Trias*, publicado en la Memoria de M. Schmidt sobre el Trías español, de la Academia de Ciencias de Heidelberg.

B. Granigg, de Graz-Waltendorf, redactó un interesante trabajo, en español, titulado *El tratamiento sistemático de los problemas de la separación magnética*, que fue ofrecido por su autor en 1950 al Instituto Geológico y Minero de España para su publicación, y que no llegó a imprimirse por su fallecimiento, a primeros de 1951.

H. Meixner, de la Dirección de Minas de Hüttenberg (Kärnten), se ha interesado vivamente en el mineral español llamado «Cabrerita» $(AsO_4)^2 (Ni, Mg, Co)_3 \cdot 8 H_2O$, procedente de Sierra Cabrera (Almería), publicando una nota sobre la misma en 1951 con el título *Über Cabrerit*, en «Fortschritt der Mineralogie», de Leipzig.

Este arseniato de níquel y magnesio, mezcla de annabergita $(AsO_4)^2 Ni_3 \cdot 8 H_2O$ y hörnesita $(AsO_4)^2 Mg_3 \cdot 8 H_2O$ (grupo de la vivianita) fue analizado ya en 1863 por Ferber y estudiado por Dana, en 1868, quien le dió dicho nombre.

Aparece citado en la obra de S. Calderón: *Los minerales de España* (1), en la que se indica hay muestras de la misma en el Museo de Historia Natural de Madrid y en el Museo Británico de Londres y también en los de la Universidad de Breslau (donativo de Ferber) y de Praga.

En Laurium (Grecia) se encontró poco después un mi-

(1) S. CALDERÓN: *Los minerales de España*. Junta para Ampl. de Estudios e Invest. Cient., II, págs. 300-301. Madrid, 1910.

neral análogo a la Cabrerita, y según Meixner es probable que también pueda referirse a la Cabrerita el mineral encontrado en Griessenhof bei Hirt (Kärnten).

Como ha hecho notar este geólogo, los mineralogistas americanos (entre ellos Larsen, 1921, y Barth, 1937), basándose en sus estudios sobre ejemplares de Laurium (Grecia), opinan que la Cabrerita no es realmente un mineral nuevo y lo creen idéntico a la annabergita.

Los estudios de Meixner contradicen esta opinión y rectifican dicho criterio, con lo cual queda fuera de duda la identidad de la Cabrerita, a la cual considera verdadera especie mineral.

Si su opinión prevalece, es posible que la annabergita de Vimbodí (Tarragona) sea también la Cabrerita, por ir asociada, igual que en Sierra Cabrera, con la niquelina, y proceder igualmente de su alteración. En los *Minerales de España*, de S. Calderón (2); *Minerals de Catalunya*, de L. Tomás (3); y en el *Tratado de Mineralogía*, de F. Klockmann y F. Pardillo (4), este mineral de Vimbodí (Tarragona) se refiere a la annabergita.

J. Jungwirth, Ingeniero diplomado de Minas, de Bruck a. d. Mur, ha publicado en 1951 la nota *Bauxit in Spanien und seine Stellung an den Bauxiten der «Mittelmeertypus»*, que es un breve informe sobre las bauxitas de España y su relación con las de tipo mediterráneo, resultado de la visita realizada en 1951 a los afloramientos de bauxita de la región catalana.

(2) S. CALDERÓN: *Los minerales de España*. Junta para Ampl. de Estudios e Inv. Cient., II, pág. 299. Madrid, 1910.

(3) L. TOMÁS: *Minerals de Catalunya*. «Mem. Inst. Cat. Hist. Nat.», página 35. Barcelona, 1910.

(4) F. KLOCKMANN, P. RAMBOHR y F. PARDILLO: *Tratado de Mineralogía*, pág. 527. Edit. Gustavo Gili. Barcelona, 1947.

W. L. Kubiëna, antiguo profesor de la «Hochschule für Bodenkultur», de Viena, y colaborador del Instituto de Edafología del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de Madrid, presentó en el último Congreso Geológico Internacional de Argel (1952) la nota *Pour la reconnaissance des formes d'altération primaire dans les sédiments désertiques*, en la que dió a conocer sus estudios sobre los suelos tropicales y desérticos de la Guinea española y el reconocimiento de las formas de alteración primaria de estos sedimentos.

J. Sölch, profesor de Geografía de la Universidad de Viena, ha contribuido también al conocimiento geográfico de España, habiendo guardado estrecha relación con los geógrafos españoles.

BIBLIOGRAFIA

- (1) ERZHERZOG LUDWIG SALVATOR (ARCHIDUCQUE LUIS-SALVADOR DE AUSTRIA): Die Balearen gechildert im Wort und Bild. Siete partes en nueve tomos. Leipzig, 1869-1890. (Edición reducida. Würzburg, 1897.)
- (2) MOJSISOVICS, E. VON: Über die Cephalopodenfauna der Trias-schichten von Mora d'Ebro in Spanien. «Verh. der K. K. Geol. Reichsanstalt», 105-107. Wien, 1881.
- (3) ——— Die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz. «Abh. der K. K. Geol. Reichsanstalt», X, 322 págs., 94 láms. Wien, 1882.
- (4) SUSS, ED.: Das Antlitz der Erde. Tres tomos, Leipzig, 1885-1909. Traducción francesa dirigida por EMM. DE MARGERIE: La Face de la Terre. Paris, 1897-1918. Traducción inglesa dirigida por W. J. SOLLAS: The Face of the Earth. Oxford, 1904-1909. Traducción española por P. DE NOVO Y F. CHICARRO: La faz de la Tierra. Madrid, 1923-1931.
- (5) MOJSISOVICS, E. VON: Über Ammonitenführende Kalke unternorischen Alters auf den Balearischen Inseln. «Verh. der K. K. Geol. Reichsanstalt», 327-329. Wien, 1887.
- (6) DIENER, C.: Der Pic de Néthou der Maladettagruppe (3404 m, Central Pyrenäen). «Zeitschr. des Deutsch. u. Österreich. Alpenvereins». Innsbruck, 1887.
- (7) SIMONY, O.: Ueber eine naturwissenschaftliche Reise nach der westlichen Gruppe der Canarischen Inseln. «Mittheil. der K. K. Geographischen Gesellschaft in Wien», XXXIII, 172-175. Wien, 1889.
- (8) ERZHERZOG LUDWIG SALVATOR (ARCHIDUCQUE LUIS-SALVADOR DE AUSTRIA): Columbretes. Verlag und Druck von H. Mercy. Prag, 1890.
- (9) HOF, J.: Keramohalit von Tenerifa. «Tschermak's Miner. und Petrogr. Mitth.», XII, 39-44, 2 láms. Wien, 1891.
- (10) BECKE, F.: Krystallform und optische Orientirung des Keramohalit von Tenerifa. «Tschermak's Miner. und Petrogr. Mitth.», XII, 45-48, 1 fig. Wien, 1891.
- (11) ——— Gesteine der Columbretes. «Tschermak's Miner. und Petrogr. Mitth.», XVI, 155-179, 308-336, 4 figs., 1 lám. Wien, 1897.
- (12) ERZHERZOG LUDWIG SALVATOR (ARCHIDUCQUE LUIS-SALVADOR DE AUSTRIA): Alborán. Verlag und Druck von H. Mercy Sohn, VII + 89 págs., 20 láms. Prag, 1898.
- (13) BECKE, F.: Petrographische Beschreibung der auf Alborán gesammelten Eruptivgesteine. Publicado en la Memoria anterior, Alborán, del Archiduque Luis-Salvador de Austria, 26-53. Prag, 1898.
- (14) ——— Der Hypersthen-Andesit der Insel Alboran. «Miner. und Petrogr. Mitth.», XVIII, 525-555, 1 lám. Wien, 1899.
- (15) ——— Ueber Alboranit und Santorinit und die Grenzen der Andesitfamilie. «Tschermak's Miner. und Petrogr. Mitth.», XIX, 182-200, 3 figs. Wien, 1900.
- (16) HÖRNES, R.: Eine geologische Reise durch Spanien. «Mitt. Naturw. Verein f. Steiermark», pág. 318. Graz, 1905.
- (17) ——— Untersuchungen der jüngeren tertiär Ablagerungen des westlichen Mittelmeeres. «Sitz. der Kgl. Akad. der Wissenschaften in Wien», tomo 114, 637-660 y 737. Wien, 1905.
- (18) ——— Un reconocimiento de los terrenos terciarios de las comarcas occidentales bañadas por el Mediterráneo. Extracto por el Dr. J. ALMERA. «Mem. R. Acad. de Cienc. y Art. de Barc.», tercera época, VI, núm. 11, 135-140. Barcelona, 1907.
- (19) TORNGUIST, A.: Über die ausseralpinen Trias auf den Balearen und in Katalonien. «Sitzungsber. der K. Preuss. Akad. der Wissensch., Math.-Nat. Kl.», XXXVI, 902-918. Berlin, 1909.
- (20) ——— Die nodosen Ceratiten von Olesa in Katalonien. «Sitzungsber. der K. Akad. d. Wissenschaften in Wien», Math.-Nat. Kl., Abt. I, tomo 125, 3/4, 1-22, 1 lám. Wien, 1916.
- (21) KOBER, L.: Der Bau der Erde. 1.ª edic. «Gebr. Borntraeger», 324 págs., 46 figs., 2 láms. Berlin, 1921.
- (22) DOELTER, C.: Spanien Reichtum an nutzbaren Mineralien. Den Geologen-Kongress 1926 gewidmet. «Chemisch-metallurgische

- Zeitschrift «Die Metallbörse», 16. Jahrg., num. 69, 1071-1092, 5 figs. Berlin, 1926.
- (23) GÖTZINGER, G.: Der XIV. Internationale Geologenkongress in Madrid. Ansprache von Bergrat Dr. Götzinger am Internationalen Geologen-Kongress, Madrid, bei Ueberreichung der Sondernummer der I. E. U. am 28. Mai 1926. «Internationale Zeitschr. f. Bohrtechnik, Erdölbergbau und Geologie», XXXIV. Jahrg., número 14, 15 julio, págs. 1-2. Wien, 1926.
- (24) WINKLER-HERMADEN, A.: Morphologisch-geologische Beobachtungen auf Mallorca. «Zeitschr. f. Geomorphologie», tomo II, 171-183, 1 fig. Leipzig, 1926. Reproducido en la «Géologie de la Méditerranée Occidentale», vol. II, partie V, núm. 48, 1-10, 1 fig. Barcelona, 1933-1934.
- (25) GÖTZINGER, G.: Reiseeindrücke aus Spanien. «Mitt. der Geograph. Gesellsch.» in Wien, tomo 70, 94-116, 6 figs. en las láms, 2 y 3. Wien, 1927. Reproducido en parte en la «Géologie de la Méditerranée Occidentale», vol. II, part. I, núm. 1, 1-6. Barcelona, 1931.
- (26) DITTLER, E. und KÖHLER, A.: Mineralogisch-petrographische Notizen von Pico de Teyde. «Centralblatt f. Miner., Geol., u. Paläont.», Jahrg., 1927, Abt. A, 134-143, 1 fig. Stuttgart, 1927.
- (27) KLEBELSBERG, R. VON: Die Sierra Tejeda. «Zeitschr. der Deutsch. u. Oesterreich. Alpenvereins», tomo 58, 51-58. Innsbruck, 1927.
- (28) ——— Beiträge zur Geologie der Sierren zwischen Granada und Malaga (Andalusien). «Zeitsch. der Deutsch. Geolog. Gesellsch.», tomo 80, Jahr. 1928. Abhd. No. 4, 535-616, láms. X-XI. 3 figs. Berlin, 1928.
- (29) KOBER, L.: Der Bau der Erde. Einführung in die Geotektonik. 2.ª edic. mejorada y aumentada. «Gebr. Borntraeger», IV + 409 páginas, 100 figs., 2 láms. Berlin, 1928.
- (30) ——— Das Alpine Europa. Ein geologisches Gestaltungsbild. «Gebr. Borntraeger», IV-310 págs., 33 figs., 3 láms. Berlin, 1931.
- (31) GÖTZINGER, G.: Reiseeindrücke aus Katalonien. «Géologie de la Méditerranée Occidentale», vol. II, partie I, núm. 1, 1-6. Barcelona, 1931.
- (32) KOBER, L.: Beiträge zur Geologie von Spanien und Marokko. Das Rifproblem. «Centralblatt f. Miner., Geol. und Pal.», Abt. B, 331-390. Stuttgart, 1932.
- (33) ——— Das Rifproblem. «Forsch. und Fortschr.», 8. Jahrg., página 318. Berlin, 1932.
- (34) WINKLER-HERMADEN, A.: Morphologisch-geologische Beobachtungen auf Mallorca. «Géologie de la Méditerranée Occidentale», volumen II, partie V, núm. 48, 1-10, 1 fig. Barcelona, 1933-34.
- (35) PIA, J. VON: Algen und Pseudoalgen aus der spanischen Trias. (Sonderdruck des Beitrages zur Abhandlung «Fossilien der spanischen Trias» von Martin SCHMIDT). «Abhandl. der Heidelberger Aka-

- dem. der Wissensch., Stiftung Heinrich Lanz, Mat.-Naturw. Kl., 22. Abhandl., 9-17, 2 láms. Heidelberg, 1936.
- (36) KOBER, L.: Tektonische Geologie. «Gebrüder Borntraeger», Berlin, 1942.
- (37) GRANIGG, B.: El tratamiento sistemático de los problemas de la separación magnética. Trabajo manuscrito ofrecido para su publicación al Instituto Geológico y Minero de España poco antes de su fallecimiento. Inédito.
- (38) MEIXNER, H.: Über Cabrerit. «Fortschr. der Mineralogie», 1950-51, tomo 29-30, No. 1, 7-8. Berlin, 1951.
- (39) JUNGWIRTH, J.: Bauxit in Spanien und seine Stellung zu den Bauxiten der «Mittelmeeertypus». «Montan-Zeitung», núm. 4, 59-64, 11 figs. Wien, 1951.
- (40) KUBIĚNA, W. L.: Pour la reconnaissance des formes d'altération primaire dans les sédiments désertiques. «Congrès Géol. Intern., Comptes Rendus de la Dix-neuvième Session, Alger 1952». Alger, 1953.
- (41) ——— La Edafología en el XIX Congreso Internacional de Geología. «Anales de Edafología y Fisiología Vegetal». Cons. Sup. de Invest. Cient., XII, núm. 2, 183-190. Madrid, 1953.

9-VI-1954.

Valoración espectrofotométrica de la edad de las
micas, con excitación por llama

POR

JUAN MANUEL LOPEZ DE AZCONA

JUAN MANUEL LOPEZ DE AZCONA

VALORACION ESPECTROFOTOMETRICA DE LA
EDAD DE LAS MICAS, CON EXCITACION POR
LLAMA

El objeto de esta nota previa es dar a conocer una técnica de excitación por llama, que tiene por objeto conseguir una valoración más rápida de la edad absoluta de las micas por la evolución $Rb^{87} \rightarrow Sr^{87}$, que por el método espectral del que dimos cuenta el año pasado, en nuestra comunicación al IV Coloquio Internacional de Espectroscopia de Münster.

Como tratamiento previo, se elimina el silicio de 0,5 gramos de mica y la solución clorhídrica se diluye hasta 40 cm.³ De esta dilución se hacen cuatro fracciones, una de ellas que se diluye nuevamente hasta 25 cm.³, con la cual se efectúa una valoración aproximada de Rb y Sr por medio de las líneas espectrales de longitudes de onda 7.800,3 y 6.791,1 Å.

A partir de esta valoración se añaden a cada una de las otras fracciones cantidades de Rb y Sr preparado por disolución de sus cloruros en agua destilada, con proporciones análogas, dobles y cuádruples de las aproximadas, y diluyen a 25 cm.³ De esta manera, y por extrapo-

lación, se deduce la relación de los valores de ambos elementos, corregidos de las influencias de los otros elementos de las micas como barios y calcio, que perturban la valoración, principalmente del Sr, y que están en la misma proporción en las muestras de referencia.

Se ha comprobado que los valores deducidos dan edades absolutas con errores menores del ± 10 por 100.

2-VI-1954.

Noticias

Producción mundial de acero.

La producción mundial de acero continuó su aumento durante 1953 en casi todos los países y se espera una marcha análoga durante 1954 de seguir el ritmo del primer semestre de este año.

En 1953 la producción en millones de toneladas fué:

Europa (menos Rusia)	75
Estados Unidos de N. A.	105
Rusia	38
Japón	7,7

Segundo reactor nuclear en Holanda

Se cifra en 28 millones de florines el costo del segundo reactor nuclear holandés, que será pagado a partes iguales por la industria y el erario nacional. El periodo de construcción será de un trienio, y éste, como el de Amsterdam, se dedicará exclusivamente a fines pacíficos.

El mercado del estaño.

En el mercado del estaño existe una doble limitación, que es la de productores y consumidores.

De la producción, sin incluir Rusia, se puede considerar que el 60 % procede del SE. de Asia, principalmente Malasia e Indonesia, y un 20 % de Bolivia.

El primer consumidor son los Estados Unidos, con el 50 %, y un 15 % la Gran Bretaña.

La producción mundial de concentrados de estaños durante 1953 fué 177.000 toneladas, con un ligero aumento. De éstos sólo se consumieron durante el año 128.000, con una pequeña baja respecto al año anterior.

Esta diferencia entre la producción y el consumo debería arrastrar una fuerte baja en un metal que no fuese de interés militar, del que todos quieren hacer reservas, principalmente con vistas a la situación de Asia.

Platino.

Con el incremento de la producción de platino en la Unión Sudafricana se llegó durante el año 1953 a las 725.000 onzas, lo que, unido a la aparición de platino en el mercado mundial y la reducción del aumento de re-

servas en los Estados Unidos, ha producido una importante baja en las cotizaciones de este metal.

Ventilación en minas profundas.

Una de las preocupaciones en las explotaciones carboníferas a más de mil metros es la elevada temperatura de los tajos, donde la normal pasa de 45°. En su afán de crear un clima artificial ensayaron los directores de minas diversos sistemas, y al parecer el óptimo es el puesto en funcionamiento en la mina «Sölzer-Amalie» de la cuenca del Ruhr, consistente en que el circuito sea de arriba hacia abajo por el paso del aire de uno a otro pozo por debajo del lugar de trabajo de los mineros. Con esta variante del circuito clásico de ventilación se esperan explotar favorablemente los yacimientos carboníferos profundos.

El molibdeno de las tierras de cultivo.

Entre los recientes estudios de carencias oligometálicas se da cada vez más importancia al papel del molibdeno en los terrenos de cultivo. En unos trabajos recientes de la sección agronómica de Glen Innes (New South Wales) se ha demostrado que las aportaciones de molibdeno a los terrenos produce una elevación en el peso de la cosecha de un 40 %.

Los minerales de uranio suecos.

Según afirmaciones recientes del primer ministro sueco, su país posee criaderos de uranio para atender sus necesidades durante miles de años.

Los yacimientos más ricos de este país están en las regiones de Naerke y Vaestergoetland y las reservas se elevan a 4.700 millones de toneladas de mineral, con rendimientos en su beneficio superiores a 100 g. de uranio metal por tonelada.

Variaciones en los pesos atómicos.

Entre las conclusiones aprobadas en la XVII Conferencia de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada figura la recomendación referente a los nuevos valores de los pesos atómicos de diez elementos, que son: carbono, 12,011; iridio, 192,2; manganeso, 54,94; oro, 197,0; rutenio, 101,1; sodio, 22,991; tantalio, 180,95; terbio, 158,93; torio, 232,05, y tulio, 168,94.

Producción mundial de aluminio.

La producción de aluminio durante el año 1953 fué de 2,41 millones de toneladas, de la cual corresponde a los Estados Unidos de Norteamérica el 68 %.

El incremento de la producción mundial se espera continúe, ya que se equipan las factorías para una producción en 1958 de 3,53 millones de toneladas y de 4,56 en 1960.

Comisión Nacional de Geocronología de Africa del Sur

Se ha creado recientemente, bajo los auspicios del «South African Council for Scientific and Industrial Research» la mencionada Comisión de Geocronología, que tiene por fin el fomento de los trabajos en este campo en Africa del Sur y ultramar.

Conferencia de radioisótopos

Del 19 al 24 de julio de 1954 se celebró en Oxford la Segunda Conferencia sobre Radioisótopos, patrocinada por el «The Atomic Energy Research Establishmens», de Harwell. La orientación general es sobre usos pacíficos de la energía atómica.

La minería en Egipto.

La minería más destacada de Egipto es la de fosfatos, manganeso y petróleo. Las toneladas obtenidas durante 1953 de cada uno de ellos son: 500.000, 175.000 y 2.268.000, respectivamente.

Entre las industrias mineralúrgicas destacan las de ácidos sulfúrico y clorhídrico, sulfato de cobre, azufre, carburo de calcio y sulfato de aluminio.

La minería en Irak.

Se puede decir que la única industria minera en el Irak es la del petróleo, al que se le asigna unas reservas en crudo de 5.000 millones de barriles entre los tres campos de Kirkuk, Zubair y Mosul, con una producción en 1953 de 27.66 millones de toneladas.

La minería en Israel.

La parte del Mar Muerto correspondiente a Israel se puede considerar como uno de los yacimientos más ricos del mundo en cloruros y bromuros. A los yacimientos de fosfatos de Negev se les asignan unas reservas de 15 millones de toneladas, habiéndose obtenido durante el año 1953, en la factoría de Haifa, 33.000 toneladas de superfosfatos y 16.200 de ácido sulfúrico.

De la mina de cobre de las inmediaciones del Mar Muerto se espera una producción de 6.000 toneladas anuales. Las reservas de hierro de Berrsaheba se calculan del orden de cinco millones de toneladas.

Entre las otras industrias mineras figuran las de arcilla para cerámica y arena para vidrio, manganeso, pizarras bituminosas, barita, etc.

La minería en Jordania.

La única explotación importante es la de cloruros y bromuros de su zona del Mar Muerto. Al parecer, los yacimientos de fosfatos y petróleo tienen poca importancia.

La minería en El Líbano.

Las dos ramas mineras más destacadas en este territorio son las de hierro y la de lignito. Existen explotaciones de poca importancia de cloruro de sodio, caliza, yeso y betún.

Las dos únicas industria mineralúrgicas dignas de mención son la refinería de petróleo de Trípoli y las fábricas de abonos químicos.

La minería en Persia.

La principal riqueza del país es el petróleo, del que existen cuatro campos importantes, que son los de Masjid-i-Sulaiman, Haft Kel, Haft Khaneh y Gach Saran.

El año de máxima producción de petróleo bruto fué el de 1950 con 82,2 millones de toneladas, la que descendió en 1952 y 1953 a 1,3 millones de toneladas anuales.

La única industria de importancia es la refinería de Abadán, casi totalmente parada hasta la actualidad, la que esperan que con el nuevo consorcio adquiera su perdida actividad.

La minería en Siria.

La única actividad que tiene Siria en este campo son las explotaciones de mineral para sus fábricas de cemento y vidrio.

La minería en Turquía.

Las reservas de mineral de hierro turco se calculan en 40 millones de toneladas.

Las producciones anuales, según la última estadística, son de 805.000 toneladas de mineral de cromo, 1.387.000 de lignito, 4.846.000 de hulla, 384.000 de hierro y 23.300 de cobre.

También existen reservas interesantes de plomo, plata, mercurio, manganeso, azufre, arsénico y cinc.

Notas bibliográficas

CRIADEROS

KERR, F. y HAMILTON, P. K.: *Hematite pseudomorph from the Todilto limestone Grants.*—«Columb. Univ.», 9 págs., 2 diciembre 1953. New Mexico.

La pseudomorfosis de hematites se presenta asociada con barita en pequeñas vetas, que cortan las calizas de Todilto. Esta pseudomorfosis, bien desarrollada, es consecuencia de una sustitución metasomática de pirita. La lepidocerita puede haber sido un producto intermedio que fué coloidal y alterado hacia hematita. La caliza que rodea las vetas es esencialmente una caliza rosa pálido, con Fe y Mn como impurezas. A lo largo de las vetas, la calcita parece recristalizada. La pseudomorfosis indica que la pirita formaba las venas primitivas de mineral en las calizas de Todilto.—L. F.

ERICKSON, R. L.; MEYERS, A. T., y HERR, C. A.: *The association of uranium and other metals with crude oils, asphalts, and petroliferous rocks.*—«Geolog. Survey», 33 págs., diciembre 1952.

El análisis espectrográfico semicuantitativo de la ceniza de aceites crudos, asfaltos naturales y aceites extraídos de rocas petrolíferas indican que en este tipo de materia orgánica se encuentran frecuentemente, y en algunas ocasiones en cantidades considerables, además del U, el V, Ni, Cu, Co, Mo, Pb, Cr, Mn y As. El U de estos residuos varía de menos de 0.001 por 100 a más de 10 por 100, y el contenido en el asfalto o aceite total de menos de 0.001×10^{-6} a 32.41×10^{-6} .

Parece probable que estos metales formen compuestos metalorgánicos que se concentran en la porción asfáltica pesada del petróleo. La concentración alta de elementos no frecuentes en las cenizas de las muestras analizadas sugiere que estos elementos son concentrados por algún agente relacionado con la formación actual del aceite y, por consiguiente, existe una relación genética con el origen del aceite y mantos del petróleo. Se deduce que los asfaltos naturales y las rocas petrolíferas pueden considerarse como reservas de uranio y de otros metales.—L. DE A.

CHERVET, Guillemin, y HEMERY, M. Pellas: *Composition chimique et age geologique de pechblendes françaises et de l'uraninite de Cote d'Ivoire.* «Rapport C. E. A.», núm. 236, noviembre 1953.

La determinación de la edad geológica de una uraninita de Cote d'Ivoire tiene gran importancia por permitir datar el zócalo graniticognésico de esta parte de Africa, y, además, por ser una de las uraninitas más antiguas de las conocidas.

Por dicha importancia se efectuó una valoración por composición isotópica de los plomos, para compararla con la deducida por las valoraciones de U, Th, Pb. La concordancia fué grande, a pesar de recurrir a técnicas diferentes.

La edad de la uraninita de Cote d'Ivoire es de 1.940 ± 20 m. de a.

Pronto se vió el interés de esta uraninita por su contenido elevado en plomo. Se presenta en cristales cúbicos perfectos, negro brillante, cuando son frescos; negro mate y a veces recubierto de productos secundarios, cuando están alterados. Estos cristales de uraninita amarillos están estrechamente asociados al circón y a la monacita en la pegmatita del macizo de Man en Cote d'Ivoire. Miden de 0,5 mm. a 2 mm. Algunos cristales llegan a los 4 mm.

Dan valores de edades de varias pezblendas francesas:

La Crouzille	105 ± 5 m. de a.
Bauzot	135 ± 5 m. de a.
Bigay	205 ± 5 m. de a.

La edad geológica de Ivoire corresponde a las edades de las pegmatitas de Manitoba, en Canadá, y de Carelia del Norte, en la U. R. S. S.—
L. DE A.

GEOFISICA

PIERRE DE LATIL: *Une centrale thermique avec l'énergie de la chaleur interne du globe.*—«Sciences et avenir», núm. 84, págs. 62-66, febrero 1954.

Se describen desde los primeros pasos la manera cómo se consiguió montar en Larderello una central térmica que utiliza como energía el calor interno terrestre y que es capaz de suministrar a Italia el 10 por 100 de su consumo de electricidad.

Los primeros ensayos, efectuados en 1894, consiguieron la utilización del calor interno en una central de 9 HP.; ahora se logra del aprovechamiento de los sofones la cantidad de 200.000 Kw.-h.

Para lograr este triunfo se necesitó recurrir a la geofísica, que determinó el recorrido de una gran falla que sirvió como orientación de los

sondeos que se tenían que efectuar para aumentar el caudal geotérmico.

El terreno donde se manifiesta esta energía no es volcánico, y los vapores tienen la particularidad de tener gran cantidad de ácido bórico que los diferencia de las otras fumarolas. El terreno superficial está formado por pizarras arcillosas impermeables secundarias recubiertas por la formación terciaria, muy fracturada.

La primitiva teoría se inclinaba a que el agua era de origen mediterráneo, pero hoy admiten que es debido a la liberación en el magma: como ésta es del orden del 6 por 100, es suficiente se solidifiquen al año 9.000.000 de m³ para tener la contrapartida de todo el vapor de Larderello.

El secreto de esta manifestación energética está en que el grado geotérmico es $\frac{2.300}{3,74}$; por lo tanto, la temperatura crítica del agua (374,5°) se alcanza a los 2.300 m. de profundidad y vence la presión de agua de las capas superficiales.—L. DE A.

GEOGRAFIA FISICA

KALervo RANKAMA: *A calculation of the amount of weathered igneous rock.*—«Geochim. et Cosmochim. Acta», V, 81-84, febrero 1954.

Calcula el autor una erosión de 6.462 Kg/cm² en las rocas ígneas durante la que denomina historia geológica, o sea los 3.500 m. de a. últimos.

Basa el cálculo en que todo el A⁴⁰ de la atmósfera e hidrosfera procede del K⁴⁰ de la corteza terrestre y que todo el perteneciente a las formaciones erosionadas fué desprendido. No considera otras causas de desgasificación natural ni razona la poca cantidad de A⁴⁰ que existe en las rocas ígneas. El mismo autor dice, con razón, que los 22 Km. de erosión a que llega sólo pueden considerarse como un límite máximo.—
L. DE A.

GEOQUIMICA

THODE, H. G.; WANLESS, R. K., y WALLOUCH, R.: *The origin of native sulphur from isotope fractionation studies.*—«Geochim. et Cosmochim. Acta», V, 286-298, junio 1954.

Los autores efectuaron estudios sobre la composición isotópica del azufre y carbono en los pozos de azufre adyacentes a los domos salinos de Texas y Louisiana. Se ha comprobado que el azufre libre es deficitario en un 3,9 por 100 en S³⁴ con respecto al sulfato asociado. Existe un

3,2 por 100 de fraccionamiento en las formaciones de azufre nativo de los sulfatos por acción bactericida en los lagos de Africa del Norte. También comprobaron el enriquecimiento en S^{34} en los sulfatos de las formaciones adyacentes de anhidrita con relación a los pozos de azufre investigados.

Las relaciones isotópicas del carbono de las corbeteras de calcita muestran una pérdida de 3,3 a 5,5 por 100 en C^{13} , con relación a las calizas tipo.

Los estudios de la diferenciación isotópica del azufre y carbono son una ayuda grande para el conocimiento del origen de los depósitos de azufre libre en la cobertera rocosa de los domos salinos y asignar como agentes productores a los organismos vivientes. Las bacterias reductoras de los sulfatos actúan en los manantiales, pozos y mar. Observaciones efectuadas en un poco artesiano cerca de Trípoli muestran que las reducciones de los sulfatos son activas hasta profundidades de 1.200 m. a la temperatura de 63° C. y presiones considerables. Las bacterias reductoras existen en los pozos de azufre de Louisiana y Texas. La proporción isotópica de carbono y azufre en dichos pozos evidencia que el azufre nativo es formado por los organismos vivientes. Los diversos hechos son agrupados a continuación:

1.º El factor de enriquecimiento de S^{34} entre el azufre nativo y el sulfato asociado es mayor y marcadamente constante para el azufre de los pozos de Louisiana y Texas.

2.º El factor medio de enriquecimiento 1,039 comparado con 1,032, en el azufre de los lagos de Africa, se debe a la conocida reducción bacteriana del sulfato.

3.º La gran proporción en S^{34} de los sulfatos enriquecidos en los núcleos de las formaciones azufrosas indican que los procesos reductores están localizados a baja temperatura.

4.º La carencia de uniformidad isotópica entre el azufre o sulfato de una misma muestra no es un fenómeno común y sugieren la existencia de un proceso de reducción localizado en la cobertera, con diferenciación isotópica grande.

5.º El contenido muy bajo de C^{13} en las calcitas de las formaciones azufrosas indican que la calcita se formó con carbono biogénico.

6.º La carencia de uniformidad isotópica del carbono en la calcita conduce hacia una producción localizada de calcita.

La correlación entre los valores isotópicos de azufre y carbono es una fuerte evidencia a favor del proceso de reducción bacteriana, proceso que evidencia la reducción del sulfato a hidrógeno sulfurado y la oxidación simultánea de la materia orgánica a dióxido de carbono. Todos los datos isotópicos son concordantes con la suposición de que los grandes depósitos de azufre del suroeste de los Estados Unidos se formaron por la acción de organismos vivos.—L. F.

GARRELS, Robert M.: *Mineral species as functions of pH and oxidation-reduction potentials, with special reference to the zone of oxidation and secondary enrichment of sulphide ore deposits.*—«*Geochimica et Cosmochimica Acta*», abril 1954, V, 153-168.

Preparó el autor una serie de diagramas que muestran las relaciones de estabilidad y solubilidad entre minerales de plomo, cinc y cobre en las zonas de oxidación y enriquecimiento secundarios de los criaderos minerales de sulfuros.

Las relaciones de estabilidad y solubilidad se exponen en función del pH y potencial de oxidación-reducción. Dichos diagramas muestran relaciones teóricas de equilibrio y son bastante similares a las relaciones establecidas en el sistema natural e implican que la aproximación sintética puede ser útil en la interpretación de las relaciones. Los diagramas sugieren la existencia de relaciones no conocidas previamente y dan explicaciones plausibles para algunos fenómenos conocidos. Se propone una definición para los límites entre la «zona de oxidación» y la «zona de enriquecimiento secundario».—L. F.

THOMSON, S. J., and WARDLE, G.: *Coloured natural rock salts: a study of their helium contents, colours and impurities.*—«*Geochimica et Cosmochimica Acta*», V, 169-184, abril 1954.

Han efectuado un estudio de las cantidades de helio ocultas en la sal gema coloreada y da la correlación entre el contenido en helio y la coloración natural. Todo el helio de las sales no puede proceder de la desintegración del uranio y torio en 100 m. de a. El uranio se valoró fluorimétricamente, y el torio con contador de destellos de partículas α . Parece ser que el color es función de la irradiación y la hipótesis de Hahn es aceptada; según ella, es debido a la producción de Radio D en los procesos de cristalización dentro de los límites de los cristales y del origen del He y propone un posible origen de parte del helio. Han observado pérdidas de helio por difusión en los cristales. Fueron medidos los espectros de absorción de las sales amarillas, azules y violetas y considera da la naturaleza de los centros de absorción. Efectuaron un estudio espectroquímico de las muestras y discuten el mecanismo del proceso de producción de colores por radiación sobre las impurezas.—L. F.

KALERYO RANKAMA: *The isotopic constitution of carbon in ancient rocks as an indicator of its biogenic or nonbiogenic origin.*—«*Geochem. et Cosmochim. Acta*», V, 142-152, marzo 1954.

Se discute si los datos geológicos e isotópicos sirven para indicar el origen biológico o no biológico del carbón de las rocas. El límite más

bajo de la relación C^{12}/C^{13} del carbono biogénico se coloca en 90,5. Concluye con la creencia de una contradicción geológica evidente, el carbón de las pizarras es biogénico si su constitución isotópica cae en el dominio biogénico.—L. DE A.

AHRENS, L. H.: *The lognormal distribution of the elements.*—«*Geochim. et Cosmochim. Acta*», V, 49-73, febrero 1954.

Da los gráficos de distribución regular del K, Rb, Sc, V, Co, Ga, Cr y Zr, en la diabasa de Ontario; del Sc, V, Ga, Cr, La y Zr, en el granito de Canadá; del K, Rb y Cs, en el granito de Nueva Inglaterra, y del F y Mo, en los granitos de varias localidades, pero toma una anomalía positiva marcada cuando la dispersión es grande, correspondiente a una distribución anormal de la concentración. Todos los resultados cumplen la ley fundamental «la concentración de los elementos es logarítmico-normalmente distribuida en una roca ígnea específica».

Se puede establecer una ley subsidiaria entre concentraciones.

Pueden compararse las dispersiones de los diferentes elementos y hacer predicciones relacionadas con la ley fundamental: Un elemento dado puede manifestarse con diferentes dispersiones en diversas rocas ígneas; por ejemplo, la disminución del Sc es pequeña en la diabasa y extrema en el granito.—L. DE A.

MORRIS, D. F. C., y BREWER, F. M.: *The occurrence of gallium in blends.*—«*Geochim. et Cosmochim. Acta*», V, 134-141, marzo 1954.

Ponen a punto con el fin de valorar con precisión el galio en las blendas y el método de radiactivación de Brown y Goldlerg para la determinación del galio en meteoritos.

Se mencionan como métodos interesantes de valoración del Ga los espectrales de Oftedel (1940), Gabrilson (1945), Strock (1945) y otros posteriores, pero lamentamos la omisión de los españoles anteriores a éstos, en los cuales no se ha hecho más que reproducir las técnicas con ligeros variantes. Recordamos entre los españoles los cualitativos de Del Campo (1913) en blendas españolas, Piña de Rubies (1922) en los de Sierra de Cartagena, Piña y López de Azcona (1936) en los de Picos de Europa, los semicuantitativos de Piña y López de Azcona (1937) de Aliva y los cuantitativos de López de Azcona (1943).

Discuten la geoquímica del galio en la blenda, para concluir que en la estructura cristalina se produjo una sustitución del cinc por galio trivalente.—L. F.

GENTNER, W.; GOEBEL, K., y PRÁG, R.: *Argonbestimmungen an Kalium-Mineralien. III. Vergleichende Messungen nach der Kalium-Argon und Uran-Helium-Methode.*—«*Geochim. et Cosmochim. Acta*», V, 124-133.

En notas previas se dan medidas acerca del contenido en argón del cloruro potásico de Buggingen (Valle del Rhin). Las variaciones del contenido en gas con el tamaño del cristal se muestra son debidas a la difusión en el mismo. En adición, los autores determinan ahora el uranio y el helio contenido en los mismos ejemplares. El contenido en helio muestra una relación con el tamaño del cristal análoga a la del argón.

Por consideraciones teóricas llegan a la conclusión de que las capas de cloruro sódico son formadas a una temperatura mayor que la actual. Bajo estas suposiciones son evaluados los coeficientes de difusión, combinando todos los resultados para el argón y el helio. Los nuevos valores para la edad de las muestras (Oligoceno inferior) es $(25 \pm 3) \times 10^6$ a. Este valor sólo es ligeramente superior al anterior de 21 m. de a., lo que muestra que la influencia de la variación de la temperatura no tiene efecto de consideración en los resultados.—L. DE A.

MCLAUGHLIN, R. J. W.: *Iron and titanium oxides in soil clays silts.*—«*Geochim. et Cosmochim. Acta*», V, 85-96, febrero 1954.

Se discuten los métodos de extracción de sesquióxidos libres en suelos. Usando hojas de aluminio y tartrato sódico, los sesquióxidos realmente solubles son removidos de los suelos y comparados los resultados de análisis mecánicos. Las diferencias entre los contenidos en óxido de hierro y óxido de titanio de fracciones arcillosas y fangosas tratadas y no tratadas muestran que el material es más soluble en la superficie, la que es relacionada con el poder del humus de hacer solubles estos materiales relativamente insolubles.

Contenidos elevados en óxido de hierro y óxido de titanio de horizontes profundos creemos son debidos a lixiviación de la roca madre, con la consecuente remoción de los álcalis y subsecuente elevación de contenido en sesquióxido.—L. F.

WICKMAN, Frank E.: *The total amount of sediments and the composition of the average igneous rock.*—«*Geochim. et Cosmochim. Acta*», V, 97-110, marzo 1954.

Suponiendo los sedimentos derivados exclusivamente de granitos, granodioríticos y basaltos, la composición química de la «roca ígnea media» es establecida y casi idéntica a la determinada por A. Knopf (1916), para las rocas ígneas de la Appalachian y Cordilleran. La proporción total de

roca ígnea erosionada la valora en 194 ± 21 , la proporción de esquistos 172 ± 28 , arenisca 17.3 ± 21 , caliza 12.8 ± 4.3 y dolomita 6.8 ± 3.0 ; todo en Kg. por cm² de la superficie terrestre. La proporción total de sedimentos formados por erosión completa es de este modo 209 ± 35 en la misma unidad. Los resultados y su grado de precisión son discutidos y comparados con los resultados de cálculos previos.—L. F.

SHAU, D. M., y BANKIER, J. D.: *Statistical methods applied to geochemistry*.—«Geochim. et Cosmochim. Acta», V, 111-123, marzo -1954.

Consideran a la geoquímica como uno de los campos más fructíferos para la aplicación de los métodos estadísticos, los que se deben aplicar a la enorme cantidad de datos que existen en la literatura.

En la geoquímica existen tres procesos básicos: el desmuestre, el análisis y la comparación de los resultados, los que tienen que ser regidos por las teorías estadísticas.

En sus ejemplos consideran las valoraciones por técnicas espectrográficas indispensables en la geoquímica moderna y dan una aplicación de las teorías a la valoración del Ga con la utilización del In como elemento de referencia.

Hacen otra aplicación de las técnicas estadísticas a los diferentes concentrados en el Rb y K de las diábasas de Ontario.

Destacan que pequeñas diferencias en la valoración pueden tener importante significación geoquímica.—L. DE A.

HOLYK, W., y AHRENS, L. H.: *Potassium in ultramafic rocks*. «Geochim. et Cosmochim. Acta», 1953, IV, 241-250.

Determinaciones cuantitativas de potasio en rocas ultramáficas confirman la observación preliminar (Ahrens, Pinson y Kearns, 1952), que la abundancia del potasio en este tipo de rocas es considerablemente menor que la supuesta generalmente. También se han hecho observaciones en dunitas y serpentinas, deduciéndose para esta clase de rocas un valor medio de 0,001 por 100. El contenido en potasio del manto se puede considerar como de una dunita pura. En tal material la contribución calorífica del K⁴⁰ con la concentración de 0,001 por 100 sobre el potasio total es $0,00025 \times 10^{-6}$ cal/g. a.; esto es, probablemente una pequeña proporción (aproximadamente 1 por 100) de la $0,02 \times 10^{-6}$ cal/g. a., de la que es generada por las series conjuntas del uranio y torio.—L. DE A.

PINSON, W. H.; AHRENS, L. H., y MOXA L., Franck: *The abundances of Li, Sc, Sr, Ba and Zr in chondrites and some ultramafic rocks*.—«Geochim. et Cosmochim. Acta», 1953, IV, 251-260.

Se dan y discuten las determinaciones espectroquímicas cuantitativas del Li, Sc, Sr, Ba y Zr en 21 muestras de condritas, siete de otros silicatos meteoríticos y 13 en rocas ultramáficas. Las abundancias en las condritas han sido determinadas como sigue: Li (2.7 ppm.), Sc (6.6 ppm.), Sr (11 ppm.), Ba (8 ppm.) y Zr (3.3 ppm.).

Cada elemento muestra una gran uniformidad en su contenido; la distribución es posiblemente la normal.

La actividad beta del Rb⁸⁷ se puede considerar como originaria del 13 por 100 del total del Sr⁸⁷ de las condritas.—L. DE A.

KALERYO RANKAMA: *Origin of carbon in some early precambrian carbonaceous slates from southeastern Manitoba, Canada*.—«Cr. R. Soc. Geol. Finl.», XXVII, 5-20, 1954.

Investiga la composición isotópica del carbono en cinco muestras del precambriano antiguo del grupo Rice Lake del S. E. de Manitoba. Se describen las especies estudiadas y presenta una discusión sobre la geología y litología de las formaciones correspondientes. Se estimó como edad de las pizarras los 2.550 m. de a. La relación C¹²/C¹³ varía de 90,06 a 90,86 para las pizarras antiguas. Considera estos valores como mínimos para los procesos biogénicos y que el de las estudiadas tienen dicho origen. Se discute la manera de presentarse el carbón en los sedimentos arcillosos originales y discute en particular la hipótesis de una atmósfera radiactiva precambriana.—L. F.

MINERALOGIA

GOLDSCHMIDT, B.: *Le rôle de l'industrie chimique dans les réalisations atomiques françaises*.—«Rapport C. E. A.», núm. 242, septiembre 1953.

Uno de los fines de la Comisión de Energía Atómica Francesa es la producción en un plazo de pocos años del plutonio necesario para la fabricación de motores atómicos. Este fin sólo lo pueden lograr, al igual que ocurre en otros países, con la colaboración de las industrias mineralúrgicas.

El problema fundamental reside en las investigaciones mineras, que al parecer fueron fructuosas en Madagascar y en la metrópoli, donde se han descubierto varios yacimientos; algunos ya están en explotación, como

los de Haute-Vienne, Puy de Dôme, Saône y Loire, y otros en estudio como Vendée y Vosges. Los minerales ricos pueden transportarse directamente a una fábrica central para su tratamiento, mientras que los pobres tienen que ser concentrados en la mina. Varios yacimientos franceses tienen ya sus instalaciones de flotación, que permiten, con rendimientos satisfactorios, pasar del uno por mil a varias unidades por ciento.

Siguen, entre los problemas fundamentales, la purificación del uranio, la producción del metal, la producción de moderadores, el enfriamiento del uranio del reactor y su utilización, la separación del plutonio. Para este dominio revolucionario de la ciencia es fundamental la orientación dada por la C. E. A., que, en lugar de encubrir con carácter secreto sus estudios, lo que hace es consagrar sus actividades a los laboratorios, donde deduce datos preciosos que la industria los transforma en realizaciones prácticas. Parece ser que la compenetración es tan íntima como la existente en una sociedad entre su propio laboratorio y la oficina de estudios. L. DE A.

NUCLEONICA

KIRBY, H. W.: *Decay and growth tables for the naturally occurring radioactive series.*—«Mound Lab.», 28 págs. 1 julio 1953.

Da con cuatro decimales para cada uno de los núclidos de las tres series naturales radiactivas largas, los valores numéricos $e^{-\lambda t}$ para t desde un minuto a cien días. Incluye tablas que muestran los procesos de evolución a partir de elementos anteriores puros (Th^{232} , Ra^{226} , Ra^{228} , Pb^{210} , Ac^{227} y Th^{232}).—L. DE A.

HUIZENZA, JOHN R.: *Spontaneous Fission Systematics.*—«Phys. Rev.», XCIV, 158-160, abril 1954.

La gráfica que relaciona semiperíodos de escisión espontánea con Z^2/A , evidencia un aumento con A en los núclidos par-par. Traza la curva, que es una recta donde las ordenadas son los logaritmos de los semiperíodos y los de las abscisas Z^2/A ; en ella se observan algunas dispersiones importantes, como la del U^{234} .

Trazan una familia de curvas (una por elemento químico) con ordenadas análogas a la anterior, pero las abscisas son los valores de A , y se observa, en general, un aumento del semiperíodo con A . Discuten las causas nucleares de esta sistemática. Los semiperíodos varían de 10^4 para el Cf a 10^{11} para el Th.—L. DE A.

CHAMBERLAIN, O.; FARWELL, G. W., y SEGRÉ, E.: *94 Pu²⁴⁰ and Its Spontaneous Fission.*—«Phys. Rev.», XCIV, 156, 1 abril 1954.

Las medidas de escisión espontánea del 94 Pu^{240} muestran que la irradiación neutrónica da en este elemento un cuerpo con una escisión espontánea elevada. Casi se puede admitir con certeza que el elemento a que da lugar es el 94 Pu^{240} , con una escisión espontánea de 1.6×10^6 esc./g. h., mientras que el 94 Pu^{239} sólo tiene 40 esc./g. h.

En una nota posterior aclaran que la escisión espontánea del 94 Pu^{240} es de 4.61×10^2 esc./g. h.—L. DE A.

LAURENCE KULP, J.; BROECKER, Wallace S., y ECKELMAN, Walter R.: *Age determination of uranium minerals by the Pb-210 method.*—«Nucleonics», XI, 19-21, agosto 1953.

Describen la teoría para deducir la edad de los minerales de uranio por la relación $\text{Pb}^{206}/\text{Pb}^{210}$. La edad se puede valorar por la relación del elemento estable radiogénico y uno intermedio si existe equilibrio radiactivo. Tal ocurre con $\text{Pb}^{206}/\text{Ra}^{226}$, $\text{Pb}^{206}/\text{Po}^{214}$, $\text{Pb}^{206}/\text{Pb}^{210}$. Para ésta existen dos limitaciones o un semiperíodo pequeño o las dificultades químicas.

El semiperíodo del Pb^{210} es 22 a. El Pb^{206} se valora por el espectrógrafo de masas y el Pb^{210} por su actividad o la de sus descendientes Bi^{210} o Po^{210} . Esta teoría tiene la ventaja de que la edad no es afectada por la pérdida de radón si ésta fuese constante.—L. DE A.

WASSERBURG, G. J., y HAYDEN, R. J.: *The Branching Ratio of K⁴⁰.*—«Phys. Rev.», XVIII, 645, 1 febrero 1954.

Determinan la relación $\text{A}^{40}/\text{K}^{40}$ en un feldespató potásico. Determinan las relaciones $\text{A}^{38}/\text{A}^{40}$ y $\text{A}^{36}/\text{A}^{38}$ para efectuar la corrección por contaminación atmosférica, la que es menor que 3.3 por 100. El $\text{A}^{40}/\text{K}^{40} = 0.0537 \pm 0.0014$.

La edad deducida para una uraninita de la misma localidad que el feldespató es de 700 m. a.; para obtener la misma para este feldespató es preciso que la relación entre ambas emisiones del potasio sea de 0.13.—L. DE A.

OSHIMA: *Determination de l'âge des objets archéologiques par le radio-carbone ¹⁴C.*—«Rev. des Quest. Scient.», CXXV, 62-74, 20 enero 1954.

Menciona el fundamento del método, basado en la reacción natural $^{14}\text{N} (n, p) ^{14}\text{C}$, con un máximo de intensidad a 12 Km. de altura y casi nula a partir de los 21 Km. de altura.

Las hipótesis de la medida son:

- 1.ª El porcentaje de ^{14}C es concentrado en el C de la tierra durante los últimos 20.000 a.
- 2.ª El ^{14}C se distribuye uniformemente en la materia viva.
- 3.ª El ^{14}C fijado en la materia viva no tiene reacciones de cambio, o sea que sólo varía por su desintegración con un semiperíodo de 5.568 a.
- 4.ª La edad de la muestra arqueológica es la misma que la del carbono que contiene.

En este artículo, de recopilación de otros anteriores, se dan los resultados logrados por ellos, e indica que para edades de 20.000 a 30.000 a. es necesario una concentración del ^{14}C .—L. DE A.

ASARO, Frank; STEPHENS, Frank, JR., y PERLMAN, I.: *Complex Alpha Spectra of Radiothorium (Th^{228}) and Thorium-X (Ra^{224})*.—«*Phys. Rev.*», NCII, 1.495-1.500, diciembre 1953.

Los espectros α y β del Th^{228} fueron estudiados con espectrógrafo de partículas α y contador de rayos γ de destello. El Th^{228} tiene los siguientes grupos α 5.421 (71 por 100), 5.338 (28 por 100), 5.208 (0.4 por 100) y 5.173 MeV (0.2 por 100), y rayos γ de 89 (1.6 por 100), 137 (0.26 por 100), 169 (0.09 por 100) y 212 KeV (0.27 por 100). Las paridades y spins son asignados a los niveles de energía definidos por los grupos α , y evaluados los resultados respecto a la teoría y sistemática de los espectros alfa complejos.—L. F.

HYDE, Earl K.: *The present status of elements 85 and 87*.—«*Journal of Phys. Chem.*», LVIII, 21-26, 1954.

Se repasan detenidamente los conocimientos referentes a los elementos 85 y 87, y principalmente desde el punto de vista de sus propiedades nucleares. De los primeros productos obtenidos por activación en ciclotrón han logrado información de 7 isótopos del francio y 14 del astatino. Los mayores semiperíodos son de 21 minutos de AcK y 8.3 horas del At^{210} . Del estudio de las sistemáticas α y γ concluye que no es posible la existencia de formas con semiperíodos largos. Isótopos de corto período pueden y de hecho existen naturales en los minerales radiactivos, y discute algunas recientes aportaciones en este sentido. Incluye un resumen de las propiedades químicas principales.—L. DE A.

KALervo RANKAMA: *Possible natural fractionation of the magnesium isotopes*.—«*C. R. Geol. Finl.*», XXVII, 1-3, 1954.

Al establecer las relaciones $^{24}\text{Mg}/^{26}\text{Mg}$ con los valores de Hibbs y de White, ve que los cocientes son diferentes, 7.20 y 6.96, lo que le induce

a sospechar que existió una diferenciación isotópica durante el tratamiento metalúrgico y que lo mismo puede ocurrir en la naturaleza.

Destaca la similitud de la relación del $\text{Mg } 26/25 = 1.08$ con las del $\text{Si } 30/28 = 1.07$ y $\text{S } 32/32 = 1.06$.—L. DE A.

KOWARSKI, L.: *Vers l'utilisation industrielle de l'énergie atomique*. «Rapport C. E. A.», núm. 274, Centre d'Etudes nucléaires de Saclay, 1954.

El problema de la energía atómica radica en la extracción del uranio de los minerales, darle la forma química adecuada e introducirlo en un artefacto que permite una reacción nuclear dirigida.

La única manifestación actual en plan industrial de la energía atómica es en forma de calor; el reactor es un hogar que calienta un gas o líquido del que se obtiene la fuerza motriz.

Considera el autor las cuatro técnicas de reactores nucleares:

1.ª Combustión de la materia excitable pura; 2.ª Combustión y producción simultánea de materia excitable pura; 3.ª Producción combinada de fuerza motriz y plutonio a partir del uranio natural; 4.ª Reactores de uranio natural, productores únicamente de fuerza motriz.

Los autores formulan el dilema esencial de la hora presente en lo que concierne a la utilización del uranio como fuente de fuerza motriz. La primera técnica no tiene importancia económica más que para un porvenir lejano. La tercera no es más que una solución transitoria sin consecuencia. De las dos que quedan, ¿cuál es preferible? En otras palabras: ¿es preciso considerar al uranio natural como una materia prima, que una tecnología muy perfeccionada permita transformarle casi al 100 por 100 en un combustible concentrado y flexible? O, al contrario, ¿es preciso «consumir» el uranio al dos o tres por ciento como máximo, bajo una forma casi bruta, aceptando todos los inconvenientes y ventajas sin poner a punto técnicas, de las cuales el éxito es probable, pero todavía incierto? Sentada esta cuestión es preciso seguir las dos técnicas. A la larga el empleo del uranio se ampliará, y como las reservas naturales no son inagotables, su explotación con un factor 33 ó 50 no será tolerado; en un plazo más cercano todavía la limitación a reactores por neutrones lentos parecerá intolerable. Pero durante un período de transición y de desarrollo, que durará por lo menos veinte años y puede ser cincuenta, nada impedirá poner en marcha las técnicas imperfectas, pero inmediatas, basadas en el uranio natural.

Para completar el balance de los pros y los contras, dos consideraciones merecen ser mencionadas:

a) La utilización del uranio al dos o tres por ciento solamente no quiere decir que es preciso esperar un incremento «pecuniario» enorme el día en que la utilización de 100 por 100 será posible. Si en las pilas de utilización imperfecta el coste del uranio no representa ya más que una débil fracción del precio del KWh (éste parece ser el caso, la mayoría de

este precio está constituido por el coste de las instalaciones), entonces no se gana gran cosa poniendo ésta en el 33 ó 50.

b) Las pilas de uranio natural son completamente incapaces de utilizar directamente el torio, pero esta utilización parece ser también fácil (o también difícil) por el camino de la preparación, como la del U^{238} . El torio, siendo en la naturaleza más abundante que el uranio, la extensión multiplica los recursos potenciales en materias excindibles por un factor superior a dos. Las cuestiones de existencia local de torio, superior a la del uranio, puede influir en la discusión e incitar a algunas naciones a la utilización del mismo.

El avance simultáneo sobre los dos caminos principales presupone el de numerosos recursos, tales como: primeras materias, industria química de transformación, laboratorios y talleres de investigación aplicada en numerosos dominios (metalurgia, corrosión, hidrodinámica, termodinámica), diversos reactores experimentales, instalaciones de producción de materias excindibles (separadores de uranio 235 o pilas plutógenas). Cantidades despreciables de materia excindible pura son también muy útiles para el desarrollo de la técnica de la utilización del uranio natural: el estudio del comportamiento de los materiales bajo la irradiación, para ser eficaces y rápidos, exige reactores de laboratorio a muy alta densidad de radiaciones, que es más cómodo construir alrededor de pequeñas cantidades de U^{235} o de Pu; por lo demás, ciertos prototipos de pilas que deben, finalmente, marchar por el uranio natural, son más fáciles de poner a punto usando provisionalmente un combustible enriquecido, mientras que los problemas de un estricto balance neutrónico no han sido resueltos enteramente.

Será en 1956 ó 1957 cuando una red de distribución inglesa o americana recibirá la primera aportación de corriente eléctrica procedente de una central atómica, y en el curso de las décadas siguientes los dos caminos actualmente encontrados serán contrastados de sus méritos respectivos.—L. DE A.

LEVY, HARRIS B. y PERLMAN, I.: *Long-Lived Isomer of RaE (Bi^{210})*. «Phys. Rev.», XCIV, 152-155, 1 abr. 1954.

La masa asignada primeramente a un bismuto de actividad α y semi-período elevado fué 210, la que se confirmó después por una separación electromagnética de masas. Este semi-período se valora en $2,6 \times 10^6$ a. Se ha redeterminado la energía de la desintegración α del Bi^{210} (largo) como de $5,031 \pm 0,020$ Mev. La rama β^- del Bi^{210} , que conduce al Po^{210} , se calcula en 1/270, con un período parcial de $7,0 \times 10^8$ a. Una infructuosa investigación han hecho para el Bi^{210} (largo) como producto descendiente del RaD (Pb^{210}), resultando el límite inferior de 2×10^7 a para la desintegración del RaD hacia este isómero. También un límite superior de $1,4 \times 10^4$ a se da para el semi-período de transición del RaE al Bi^{210} (largo).—L. DE A.

Table of isotopic analyses of common leads. Universidad de Toronto. Department of Physics-Geophysics Laboratory. 27 abril 1954.

En esta Memoria se dan los resultados de la composición isotópica de 167 plomos comunes, valorados en el Laboratorio de Geofísica de la Universidad de Toronto, hasta el 27 de abril último. En ellas se datan todos los plomos comunes de edades superiores a setecientos millones de años. A continuación de los mismos se dan los valores de las muestras de plomo que se pueden considerar como anómalos.

Este trabajo es de gran interés para las investigaciones relacionadas con la edad de la corteza.

El trabajo de laboratorio y gabinete fué efectuado por Collins, Farquhar, Russell y Cumming.—L. F.

PALEONTOLOGIA

CRUSAFONT, M., y VILLALTA, J. F. de: «*Almogaver*», un nuevo *Primate del Eoceno pirenaico*.—«Est. Geol.», núm. 22. Madrid, 1954.

Los hallazgos de Primates fósiles en el Eoceno, son realmente excepcionales, y por ello tiene un extraordinario interés la descripción de esta nueva forma (género y especie nuevos), hallados en el Eoceno de la Sierra de Montllibar (cuenca de Tremp).

Se trata de una mandíbula, casi completa, en la que se conservan los alvéolos de las dos raíces del segundo premolar, la parte basal del tercero (con la corona rota), el cuarto completo y los tres molares.

Se trata, desde luego, de un nuevo género, que los autores denominan *Almogaver*, cuyo genotipo sobrepasa la talla de un chimpancé y que debía poseer un hocico muy desarrollado, a juzgar por la predominancia de la región premolar en la mandíbula. Son realmente extraordinarios los caracteres mixtos que aparecen en esta forma: los molares son típicamente los de un Antropomorfo, pero en cambio el único premolar conservado tiene marcados caracteres lemuroides.

Respecto a su posición sistemática, hay dos posibilidades: podría tratarse de un Lemuroide, perteneciente a una rama filética, con una prematura especialización de tipo «hominoide», o bien de un Antropomorfo muy primitivo, por los caracteres de su región premolar, con tres piezas birradiculadas y con el P4 molariforme.

Se ha realizado también el estudio radiográfico del ejemplar, que confirma la presencia de dos raíces en cada pieza, así como la presencia de una amplia cavidad pulpar.—B. M.

SERA, G. L.: *I modi di vita degli Astrapotheria*.—«Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia», vol. LX, núm. 1. Milán, 1954.

Estos singulares mamíferos fósiles del Paleógeno suramericano fueron considerados en un principio como pertenecientes a los Notoungulados, hasta que los estudios de Scott (1937) vinieron a demostrar que se trataba realmente de un orden de mamíferos independiente.

Realiza a continuación el autor un minucioso estudio de anatomía comparada de estos animales a base de los datos que se poseen de los esqueletos de individuos pertenecientes a una decena de géneros distintos, especialmente por lo que se refiere a la estructura de sus extremidades.

Llega a la conclusión de que debía tratarse de animales «anfibios» que vivirían la mayor parte del tiempo en el agua, o en los árboles, pues se aprecia en ellos una adaptación bastante perfecta a la vida arborícola, pero que apenas estarían sobre el suelo.

Esto se confirma, por otra parte, por la falta de defensas del animal, que carecía de especialización cursorial, de dientes en forma de «defensas» y de cuernos cefálicos, estando, por lo tanto, muy expuesto a la voracidad de los carnívoros. La adaptación arborícola fué sin duda secundaria, aunque llegó a ser muy perfecta, trepando a las ramas con el cuerpo colgando hacia abajo, como podemos observar en otros animales; éste sería también un eficaz medio de defensa contra los ataques de las aves rapaces y de los carnívoros capaces de trepar.—B. M.

OKULITCH, V. J.: *Archaeocyatha from the lower Cambrian of Inyo County, California*.—«Journal of Paleontology», vol. XXVIII, núm. 3. Menasha, Wisconsin (U. S. A.), 1954.

El autor estudia los Arqueociátidos provenientes de una nueva localidad, en California, correspondiente al Cámbrico inferior, describiendo diversas especies de los géneros *Ajacyathus*, *Ethmophyllum*, *Pycnoidocyathus*, *Syringocyathus*, *Archaeocyathus* y *Protopharetra*, con dos especies nuevas, una de las cuales, *Archaeocyathus arborensis*, presenta la particularidad de ser una forma ramificada.

En la fauna dominan los *Archaeocyathinae*, en contraste con lo que puede observarse en otras localidades norteamericanas, especialmente con la parte occidental de EE. UU., Noroeste de Méjico y Columbia británica, donde dominan los *Ethmofilidos* en las primeras, y los *Coscinociátidos*, en la última.

El trabajo da además una nueva confirmación de que los horizontes de Arqueociátidos corresponden al Cámbrico inferior.—B. M.

PARKINSON, D.: *Quantitative studies of Brachiopods from the Lower Carboniferous Reef limestones of England*.—«Journal of Paleontology», vol. XXVIII, núm. 3. Menasha, Wisconsin (U. S. A.), 1954.

El trabajo se refiere exclusivamente a la especie *Schizophoria resupinata* (Martin), que aparece en gran cantidad en el yacimiento, comparándose los de diversas localidades, en orden a establecer diferencias entre los representantes de diversos niveles estratigráficos.

De las comparaciones estadísticas llevadas a cabo se deduce que, al subir en la escala estratigráfica (de la zona C a la zona D), puede observarse cómo aumenta la relación longitud/anchura de la concha y más aún la relación espesor/anchura, lo cual hace pensar en una transformación de tipo ortogenético, evolutivo, en las proporciones de la concha de estos Braquiópodos.—B. M.

CRUSAFONT, M., y TRUYOLS, J.: *Sinopsis estratigráfico-paleontológica del Vallés-Penedés*.—«Arrahona», tomo V. Sabadell, 1954.

Después de unas consideraciones generales sobre la posición estratigráfica y tectónica de la cuenca sedimentaria del Vallés-Penedés, que se fué colmatando lentamente durante el Mioceno, y en la que se pueden distinguir sucesivas transgresiones marinas que a modo de «cuñas» vienen a intercalarse entre los sedimentos continentales, que son los que predominan en toda la cuenca, los autores pasan revista a los hallazgos paleontológicos, que utilizan para caracterizar cada uno de los tramos, en la siguiente forma:

Burdigaliense.—Aparecen adosados a la Cordillera Costera; en su mitad oriental, los niveles son marinos, de carácter transgresivo, molasas y areniscas con Equínidos, Lamelibranquios y dientes de Seláceos, siendo de destacar la importantísima asociación de *Pectínidos*. En la facies continental, que antiguamente se había atribuido al Oligoceno, se distingue un nivel *inferior* y otro *superior*, caracterizados ambos por asociaciones fósiles de Mamíferos, en las que, junto a Mastodontes y Dinoterios, encontramos varios *Caenotherium* y Cérvidos.

Vindoboniense.—Ocupa la mayor extensión en la parte media de la cuenca, con intercalaciones marinas en la base, que corresponden a la transgresión helvética (lumaquelas con Lamelibranquios, Gasterópodos y restos de Peces y Sirenios), y en su parte media (posiblemente tortoniense, rico en Gasterópodos, Lamelibranquios y Coralarios), que termina en facies salobres con fósiles típicos. El Vindoboniense continental se distribuye también en dos niveles: el *inferior*, escaso en fósiles, y el *superior*, que contiene una rica fauna de Mamíferos, con Mastodontes, Dinoterios Carnívoros y gran abundancia de Cricetóntidos (Roedores), y

ausencia de Castóridos, en la comarca del Panedés, términos que se in-vierten en el Vallés.

Pontiense.—Constituye los niveles altos de la serie, en contacto ya con la Cordillera Prelitoral, formados exclusivamente por depósitos continentales, en los que pueden separarse la parte *inferior* (Vallesiense), en la que por primera vez aparece el *Hipparion*, con *Tetralophodon*, *Acra-therium*, *Chalicotherium*, etc., y la *superior* (Pikermiense), con *Hipparion mediterraneus*, *Crocata*, *Ictitherium*, *Deinotherium giganteum*, etc.

En conjunto, la fauna de Mamíferos es muy rica; se han descrito más de 200 especies, de las que la mayor proporción corresponde al Vindoboniense (66) y al Vallesiense (70), siguiendo el Burdigaliense (44) y el Pikermiense (20).—B. M.

PROSPECCION GEOFISICA

WRIGHT, ROBERT J.: *Prospecting with a counter*.—«Grand Junction Operations Office». AEC, 46 págs., 14 enero 1953.

En este folleto se hace un resumen de las aplicaciones de los contadores, principalmente a la minería y problemas geológicos. Se plantean problemas prácticos y tratan con un mínimo de teoría. Se dan cuenta de los casos en que son utilizables para evitar a los prospectores errores que les pudieran representar desembolsos considerables.—L. DE A.

QUIMICA MINERAL

FISHER, C. y BEYDON, J.: *Dosage de manganèse, sodium et uranium, par les radioéléments*. «Bull. Soc. Chim. de France», 1953, 20, C 102.

La valoración del manganeso la efectúan por activación con neutrones térmicos, obtienen Mn^{56} , de período 2,6 h, y emisiones β de 0,7 a 2,8 Mev y γ de 0,8 a 2 Mev, con una sección eficaz de 13×10^{-24} cm².

La valoración del sodio la efectúan por su activación y obtienen el Na^{24} de período 14,8 h y emisiones β de 1,39 Mev y γ de 1,38 y 2,75 Mev, con una sección eficaz de $0,4 \times 10^{-24}$ cm².

La valoración del uranio la efectúan por medio del teluro 132, de período 77 h, emisión β de 0,03 Mev y γ de 0,22 Mev, fácil de separar químicamente y que se forma en la escisión con un buen rendimiento (del 3,6 %). Su descendiente, el Tc^{132} , tiene un período corto (2,4 h), por lo que el equilibrio se logra rápidamente. Además, el teluro 132 no se forma más que por escisión y no a partir del teluro natural que pudiera existir en el mineral. Su presencia está ligada únicamente a la del uranio.

Con un flujo de 10^{10} n/cm² sec. la actividad obtenida es tal que se pueden medir 50 μ de uranio en un ensayo.—L. F.

BEARSE, A. E.; CALKINS, G. D.; CLEGG, J. M., y FILBERT, R. B.: *Process for recovering thorium and rare earths from monazite*.—«Batelle Memorial Inst.». 24 págs., 3 febrero 1954.

El proceso propuesto como resultado de esta investigación, consta de las operaciones siguientes:

Reacción de las arenas monacíticas en caliente con solución acuosa de NaOH, para convertir los fosfatos metálicos de la arena en óxido y Na_3PO_4 , los que posteriormente se separan del fosfato sódico disuelto y exceso de sosa, y disuelven en clorhídrico, para precipitar el torio por neutralización parcial en solución ácida. Subsecuente precipitación de la mayor parte de los hidróxidos de tierras raras por neutralización posterior de la solución clorhídrica.—L. F.

DALTON, J. C., y THOMSON, S. J.: *Recent studies in iron meteorites V. Improved methods for the isolation of uranium and thorium from meteorites*.—«Geochim. et Cosmochim. Acta», V, 74-80, febrero 1954.

Se describe un método para la separación de 10⁻⁸ g. de torio en soluciones de sideritos por la precipitación con ácido 1-(0-arseno-fenil-azo)-2-naftol-3:6-disulfónico y circonio como portador. Se muestra cuantitativamente que el uranio permanece en solución. Se describen dos métodos para la recuperación del uranio en un estado suficientemente puro por fluorimetría; éstos son extracción solvente y papel cromatográfico.

Un U^{233} técnico indicador, combinado con fluorimetría, ha permitido efectuar valoraciones del uranio meteorítico.—L. DE A.

TECTONICA

FONTBOTÉ, J. M.: *Sobre la evolución tectónica de la depresión del Vallés-Penedés*.—«Arrahona», tomo V. Sabadell, 1954.

Desde hace más de un siglo está planteado el problema de la interpretación tectónica de la fosa del Vallés-Penedés (Barcelona), y es muy extensa la literatura referente al caso. Sin embargo, el Prof. Fontboté, con datos suyos, obtenidos directamente sobre el terreno, plantea de nuevo esta interesante cuestión y viene a dar una interpretación nueva, de conjunto, que se ajusta mejor a las realidades geológicas.

La depresión en cuestión está limitada entre las cordilleras litoral y prelitoral catalanas; parte integrante del antiguo macizo catalán, y del zócalo paleozoico herciniano, quedó limitada como una zona crítica entre éste y el macizo del Ebro, que en el transcurso de la Era Secundaria mostraron tendencias epigénicas frecuentemente opuestas. Como consecuen-

cia del juego epirogénico de ambos macizos, la depresión está limitada por una serie de fallas.

Durante el Eoceno tales fallas actúan como inversas, a favor de movimientos de compresión: el bloque catalán tiende a cabalgar sobre el del Ebro en vías de hundimiento, y así se forman los aparatosos accidentes tectónicos de la cordillera prelitoral, con cobijaduras de la orla triásica. La activa erosión consecuente a este levantamiento alimenta una potente sedimentación detrítica, que se deposita en el margen del macizo del Ebro (Montserrat, etc.).

Desde el comienzo del Mioceno predominan los procesos de distensión. El borde N. del macizo catalán se hunde, a favor de las mismas fallas ya existentes, que ahora funcionan en sentido contrario, como normales, pero en muchos sectores quedan retazos de la parte frontal del macizo, unidos a los terrenos que habían cobijado, individualizándose de esta forma las cuñas marginales y la zona paleozoica de la cordillera prelitoral.

Paralelamente se va individualizando, merced a estas mismas fallas y a otras marginales, la depresión del Vallés-Penedés, que progresivamente se va colmatando de depósitos miocenos, normalmente continentales, pero con algunas intercalaciones marinas, resultado de invasiones del mar Mediterráneo, hacia el N.; una fractura transversal individualiza y separa el Vallés del Penedés.

El trabajo está ilustrado con esquemas tectónicos aclaratorios, muy bien conseguidos.—B. M.

INDICE

	PÁGS.
Reconocimiento geológico de la Sierra de Montellano (provincia de Sevilla), por EDUARDO ALASTRUÉ e ILDEFONSO PRIETO	3
Yacimientos de volframita en Campanario y de galena y blenda en Orellana la Vieja (Badajoz), por ENRIQUE RAMÍREZ RAMÍREZ	13
Estudio geológico del borde meridional de la Sierra de Guadarrama entre Torreledones y Vald-morillo, por J. M. ^a FÜSTER y F. DE PEDRO	43
Determinación de uranio y torio por absorción diferencial en aluminio de partículas beta, por M. ^a D. ASTUDILLO y M. ^a I. CARNICERO	71
Colaboración austriaca al conocimiento y difusión internacional de la Geología española, por J. MARCET-RIBA	93
Valoración espectrofotométrica de la edad de las micas, con excitación por llama, por JUAN MANUEL LÓPEZ DE AZCONA	113
Noticias	117
Notas bibliográficas:	
Criaderos	125
Geofísica	126
Geografía física	127
Geoquímica	127
Mineralogía	133
Nucleónica	134
Paleontología	139
Prospección geofísica	142
Química mineral	142
Tectónica	143